Organizador
Edilson Antonio Catapan

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Vol. 01

São José dos Pinhais
BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA
2021

Edilson Antonio Catapan

(Organizador)

Desafios e perspectivas nas ciências agrárias

Vol. 01

Brazilian Journals Editora

2021

2021 by Brazilian Journals Editora

Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan
Diagramação: Aline Barboza Coelli
Edição de Arte: Aline Barboza Coelli
Revisão: Os Autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C357d Catapan, Edilson Antonio

Desafios e perspectivas nas ciências agrárias / Edilson Antonio Catapan. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2021.
355 p.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui: Bibliografia
ISBN: 978-65-86230-86-4.

1. Cultivo. 2. Manejo florestal. I. Catapan, Edilson Antonio
II. Título

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Desafios e perspectivas nas ciências agrárias vol.1”, publicada pela Brazilian Journals Publicações de Periódicos e Editora, apresenta um conjunto vinte e dois capítulos que visa abordar trabalhos voltados sobre cultivo, manejo e cuidados de diversas culturas.

Logo, os artigos apresentados neste volume abordam: manejo florestal de florestas comuns: estratégia de mitigação e adaptação à mudança climática em comunidades nativas peruvias da Amazônia; caracteres morfoagronomicos de bananas ‘pacovan’ produzidas sob níveis de fertilizante nitrogenado aplicado via água residuária; produção e qualidade de chips desidratodo de maçã; propagação vegetativa do araticum (annona neosalicifolia H. Rainer) utilizando diferentes tipos de estacas e substratos; Utilização do azospirillum brasilense e composto orgânico na produção de arroz irrigado , entre outros.

Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para a área de agrárias, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

Edilson Antonio Catapan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 13
MANEJO FORESTAL DE BOSQUES COMUNALES: ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COMUNIDADES NATIVAS AMAZÓNICAS DEL PERÚ
Dra. Yolanda Ramírez Villacorta
DOI: 10.35587/brj.ed.0001122

CAPÍTULO 02 28
IMPACTOS AMBIENTAIS DA PISCICULTURA DE TANQUE ESCAVADO NO RESERVATÓRIO ITAPARICA, SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO
Ariane Silva Cardoso
Gérsica M. Nogueira da Silva
Érika Alves Tavares Marques
Maristela Casé Costa Cunha
Maria do Carmo Martins Sobral
DOI: 10.35587/brj.ed.0001123

CAPÍTULO 03 41
COMPARAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE MOÍDA APÓS REPETIDOS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E DESCONGELAMENTO
Clara Lozano e Rezende
Vinícius de Paula Castania
Naiá Carla Marchi de Rezende Lago
Patrícia Gelli Feres de Marchi
Danielle Saldanha de Souza Araújo
Cassio Toledo Messias
Lidianne Assis Silva
DOI: 10.35587/brj.ed.0001124

CAPÍTULO 04 52
ASPECTOS HIGIÊNICO-SANTINÁRIOS DE CARNES BOVINAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE BARREIRAS-BA
Miriam Stephanie Nunes de Souza
Ítalo Abreu Lima
Luiz Fernando Souza Almeida
Carlla Emanuella Cardoso de Aquino
Daiane de Azevedo Guedes
DOI: 10.35587/brj.ed.0001125

CAPÍTULO 05 70
APROVEITAMENTO DAS FOLHAS DE ANNONA MUCOSA
Heriberto Rodrigues Bitencourt
Heriberto da Costa Bitencourt
Andrey Moacir do Rosário Marinho
Antônio Pedro da Silva Souza Filho
José Ciríaco Pinheiro
Maria das Graças Cardoso Tavares
Ossalin de Almeida
Rômulo Augusto Feio Farias

DOI: 10.35587/brj.ed.0001126

CAPÍTULO 06 81
ACEITABILIDADE E INTENÇÃO DE COMPRA DO CREME DE LEITE DE CABRA
Marílya Fernanda Magno de Oliveira
Renato da Cunha Gomes
Manuella Macêdo Barbosa
DOI: 10.35587/brj.ed.0001127

CAPÍTULO 07 93
ALKALI-ACTIVATION OF METAKAOLIN AND BLAST FURNACE PORTLAND CEMENT BLENDS
Cláudio Mesquita Campinho de Azevedo
Cléo Márcio de Araújo Santana
Eliane Fernandes Côrtes Pires
Paulo Feliciano Soares Filho
Elie Chahdan Mounzer
Felipe José da Silva
DOI: 10.35587/brj.ed.0001128

CAPÍTULO 08 122
BIOGEOGRAFIA DOS ENXAMES DE GAFANHOTOS SCHISTOCERCA CANCELLATA, HISTÓRICO DE OCORRÊNCIAS E AS IMPLICAÇÕES PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA
Giorgio da Silva Grigio
Rute Britto do Nascimento
Vitor Florido Aragon
DOI: 10.35587/brj.ed.0001129

CAPÍTULO 09 135
PRODUCCIÓN OVINA DE HIDALGO: UNA MIRADA A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN 14 COMUNIDADES INDÍGENAS
Jorge Eduardo Vieyra Durán
Hermenegildo Román Losada Custardoy
Elizabeth Zavala Martinez
José Cortés Zorrilla
Jesús Daniel Grande Cano
Juan Manuel Vargas Romero
Lorena Luna Rodríguez
Viridiana Alemán López
DOI: 10.35587/brj.ed.0001130

CAPÍTULO 10 158
CARACTERES MORFOAGRONOMICOS DE BANANAS ‘PACOVAN’ PRODUZIDAS SOB NÍVEIS DE FERTILIZANTE NITROGENADO APLICADO VIA ÁGUA RESIDUÁRIA
Aaron de Sousa Alves
Vera Lucia Antunes de Lima
José Dantas Neto
Benjamim Carvalho Lima Júnior
Patrícia Ferreira da Silva

DOI: 10.35587/brj.ed.0001131

CAPÍTULO 11 170
UTILIZAÇÃO DO COPRODUTO DO FEIJÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA EM DIETAS DE PEQUENOS RUMINANTES
Carlos Alexandre Silva Paes
Elis Aparecido Bento
Luiz Marcos Silva Paes
Ramanda Silva Santos
Rafael Oliveira Santos
Paulla Christina Rodrigues Oliveira
Kátia Cylene Guimares
Cálita Cabral Martins Silva
DOI: 10.35587/brj.ed.0001132

CAPÍTULO 12 180
PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CHIPS DESIDRATADO DE MAÇÃ
Joao Tomaz da Silva Borges
Cláudia Denise de Paula
Suelen Grace Araújo Carvalho
Acálisma Godinho de Oliveira
Júnio Brandão de Carvalho
Lorena Rangel Nunes
Mayara Caroline Souto de Barcelos
Deborah Sthefani Aparecida Bastos de Moraes
DOI: 10.35587/brj.ed.0001133

CAPÍTULO 13 206
DIRETRIZES E CONCEITOS DAS INFECÇÕES ODONTOGÊNICAS
Gabriel Fighera Marchi
João Pedro Silveira da Silva
Heitor Boeira Pansard
Lorenzo Fogliarini da Rocha
Pablo Gomes
Alexandre Weber
DOI: 10.35587/brj.ed.0001134

CAPÍTULO 14 211
NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF QUINOA FROM BRAZILIAN VARIETY BRS PIABIRU
Antonio Manoel Maradini Filho
João Tomaz Da Silva Borges
Helena Maria Pinheiro Sant’ana
José Benício Paes Chaves
Eber Antonio Alves Medeiros
Monica Ribeiro Pirozi
DOI: 10.35587/brj.ed.0001135

CAPÍTULO 15 217
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO ARATICUM (ANNONA NEOSALICIFOLIA H. RAINER) UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS E SUBSTRATOS

Rodrigo Santtanna Silveira
DOI: 10.35587/brj.ed.0001136

CAPÍTULO 16 224
AVALIAÇÃO DOS BESOUROS DA AMBROSIA(CURCULIONIDAE: SCOLYINAE E PLATYPODINAE) NA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronemamicranthum*).
Raimunda Liége Souza de Abreu
Beatriz Ronchi Teles
Ceci Sales-Campos
Bazilio Frasco Vianez
DOI: 10.35587/brj.ed.0001137

CAPÍTULO 17 250
DETERIORAÇÃO DA MADEIRA CARDEIRO (*Scleronemamicranthu*m) POR CUPINS DA FAMÍLIA TERMITIDAE EM AMBIENTE FLORESTAL
Raimunda Liége Souza de Abreu
Beatriz Ronchi Teles
Ceci Sales-Campos
Bazilio Frasco Vianez
DOI: 10.35587/brj.ed.0001138

CAPÍTULO 18 272
EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI
Emanuelle Valeska Bilhar Araújo
Sandra Andrea Santos da Silva
Darielly Gomes Loch
Nataly Carneiro de Jesus
Maysa Lorrane Medeiros de Araújo
Gustavo Gomes Lima
Rafael Oliveira da Silva
DOI: 10.35587/brj.ed.0001139

CAPÍTULO 19 288
UTILIZAÇÃO DE *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* E INSUMOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE AZEVÉM DESTINADO À COBERTURA VERDE
Anelisi Inchauspe de Oliveira
Gustavo Kruger Gonçalves
Marco Aurélio Torres Rodrigues
Jonathan Ernesto Costa Sarturi
Rodrigo de Moraes Galarza
Henrique Vizzotto Caleffi
Vitor Birck
Paulo Elias Borges Rodrigues
Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves
Felipe Vianna Falcão
DOI: 10.35587/brj.ed.0001140

CAPÍTULO 20 302
EFEITO RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO A BASE DE CAMA DE AVIÁRIO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NUTRICIONAL DO AZEVÉM

Jonathan Ernesto Costa Sarturi
Gustavo Kruger Gonçalves
Henrique Vizzotto Caleffi
Leonardo de Melo Menezes
Rodrigo de Moraes Galarza
Anelisi Inchauspe de Oliveira
Paulo Elias Borges Rodrigues
Marcus Vinicius Bentancur Fernandes
Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves
Felipe Vianna Falcão
DOI: 10.35587/brj.ed.0001141

CAPÍTULO 21 319
UTILIZAÇÃO DO *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* E COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO
Henrique Vizzotto Caleffi
Gustavo Kruger Gonçalves
Meline Schüller
Marco Aurélio Torres Rodrigues
Eduardo Vargas Camargo da Rosa
Paulo Elias Borges Rodrigues
Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves
Rodrigo de Moraes Galarza
Vitor Birck
Anelisi Inchauspe de Oliveira
Ruben Fernando de Lara
DOI: 10.35587/brj.ed.0001142

CAPÍTULO 22 335
EFEITOS DA AÇÃO PREDATÓRIA DE MESOCYCLOPS BRASILIANUS KIEFER, 1933 E THERMOCYCLOPS TENUIS MARSH, 1910 SOBRE A ESTRUTURA POPULACIONAL DE AEDES ALBOPICTUS SKUSE, 1894
Helton Charllys Batista Cardôso
Luiz Carlos Serramo Lopes
DOI: 10.35587/brj.ed.0001143

SOBRE O ORGANIZADOR...354

CAPÍTULO 01

MANEJO FORESTAL DE BOSQUES COMUNALES: ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COMUNIDADES NATIVAS AMAZÓNICAS DEL PERÚ

Dra. Yolanda Ramírez Villacorta
Universidad Nacional Mayor de San Marcos –UNMSM Lima-Perú
E-mail: yolanda.ramirez.v@gmail.com

RESUMEN: La Amazonia peruana sufre una deforestación promedia de 200 a 300 mil hectáreas por año, generando degradación de bosques, erosión genética, pobreza y liberación de carbono, contribuyendo a la crisis climática. Las poblaciones indígenas dependen del bosque para satisfacer la mayoría de sus necesidades de subsistencia material y espiritual. Con la destrucción de los bosques la mujer es la más afectada porque aumenta su tiempo de trabajo, disminuye sus ingresos, descuida su salud y queda sola cuando el esposo migra a la ciudad a buscar trabajo. Desde el 2000, la ONG-AIDER, aplica, bajo principios de interculturalidad y equidad de género, la propuesta de Manejo Forestal Sostenible para que se manejen eficientemente los recursos de los bosques comunales: maderables, no maderables, suelos y cuerpos de agua, obteniendo beneficios económicos, mejorando condiciones de vida, mitigando el cambio climático y, con la tecnología del manejo forestal, adaptarse a los efectos del CC que impactan los pueblos. En 18 años de labor las comunidades nativas de Ucayali, con participación de hombres y mujeres, en igualdad de oportunidades, aprovechan sosteniblemente sus recursos, con planes de manejo, articulados a cadenas productivas y de valor, con rentabilidad económica, articulando conservación ambiental y desarrollo sostenible. Destacamos que comunidades nativas shipibo conibo, con manejo de sus bosques tienen certificación forestal y un proyecto REDD+, siendo las primeras y únicas en el Perú.

PALABRAS-CLAVES: Manejo de bosques; Cambio climático; Comunidades nativas; amazonía; Certificación forestal.

RESUMO: A Amazônia peruana sofre um desmatamento médio de 200 a 300 mil hectares por ano, gerando degradação florestal, erosão genética, pobreza e liberação de carbono, contribuindo para a crise climática. As populações indígenas dependem da floresta para satisfazer a maioria de suas necessidades materiaise de subsistência espiritual. Com a destruição das florestas, as mulheres são as mais afetadas porque o tempo de trabalho aumenta, a renda diminui, a saúde é negligenciada e ficam sozinhas quando o marido migra para a cidade em busca de trabalho. Desde 2000, a ONG AIDER aplica, sob princípios de interculturalidade e eqüidade de gênero, a proposta de Manejo Florestal Sustentável, para que os recursos das florestas comunais sejam manejadoscom eficiência: madeira, madeira, madeira e solo e água, obtendo benefícios econômicos, melhorando as condições de vida, mitigando as mudanças climáticas e, com a tecnologia de manejo florestal, adaptando-se aos efeitos do CC que impactam as cidades. Em 18 anos de trabalho, as comunidades nativas de Ucayali, com a participação de homens e mulheres, em igualdade de oportunidades, aproveitam seus recursos de maneira sustentável, com planos de manejo articulados a cadeias produtivas e de valor, com rentabilidade econômica, articulando conservação e desenvolvimento ambiental sustentável. Destacamos que as

comunidades nativas Shipibo Conibo, com manejo de suas florestas, possuem certificação florestal e um projeto de REDD +, sendo o primeiro e único no Peru.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo florestal; Mudanças climáticas; Comunidades nativas; amazonas; Certificação florestal.

1. A MANERA DE INTRODUCCIÓN: EL BOSQUE AMAZÓNICO Y LOS PUEBLOSINDÍGENAS, EN EL PERÚ.

El Perú es, en América Latina el segundo país, después de Brasil, con la mayor extensión de bosques tropicales húmedos, que cubren aproximadamente el 60 % del territorio nacional. En ellos existen más de mil comunidades nativas los mismos que cuentan con una superficie aproximada de 14millones de ha de bosques que albergan especies forestales maderables y no maderables, además de lariqueza de fauna existente en ellas.

La Constitución Política del Perú, en lo que respecta a las poblaciones indígenas[1], en su artículo89º dice: "*Las comunidades campesinas y nativas tienen existencia legal y son personas jurídicas. Sonautónomas en su organización, en el trabajo comunal y en el uso y la libre disposición de sus tierras, así como en lo económico y administrativo, dentro del marco que la ley establece. La propiedad de sus tierras es imprescriptible, salvo en el caso de abandono previsto en el artículo anterior. El Estado respeta la identidad cultural de las comunidades campesinas y nativas*". Pese a lo establecido en esta Carta Magna, encontramos que el propio Estado Peruano ha lotizado la amazonía para ser concesionados a empresas petroleras, mineras y forestales, del sector privado, sin tener en consideración que dichos lotes se hallan superpuestos a las áreas tituladas de las comunidades.

Un factor, a nivel nacional, que impacta sobre las tierras de la amazonía y las propias comunidades, es el nivel de pobreza rural, sobre todo andina, que genera su migración masiva hacia la amazonía, con la expectativa de que es una tierra generosa para cultivos en limpio (como lo hacen en los andes), que impulsa el cambio de uso de la tierra, convirtiendo a los bosques en áreas deforestadas,perdiéndose la gran diversidad de flora y fauna, lo que, a su vez, repercute en la destrucción de fuentesde vida y hábitat natural de los pueblos indígenas y la consiguiente reducción de las posibilidades de desarrollo de las comunidades, para las que los bosques representan su principal sustento (Taller internacional: Manejo Forestal Comunitario en América

[1] En el Perú, por sus características geográficas, la población indígena se encuentra tanto en la zona andina como en la amazónica. En ambos casos, su asentamiento poblacional es reconocida jurídicamente como "comunidades", siendo campesinas, básicamente para la zona andina y nativas, para la zona amazónica. Existen Comunidades Campesinas en la amazonía, que son los primeros pobladores migrantes que se asentaron en esa región y solicitaron su reconocimiento con esa denominación.

Latina, 2005).

De esta manera, identificamos que son los no indígenas, colonos y empresas nacionales y extranjeras, los que desarrollan la mayor parte de las intervenciones destructivas del bosque amazónico,apoyados por un entorno legal muy flexible que les facilita la apropiación de tierras y la extracción delos recursos naturales.

Esta situación se debe a que, al igual que en otros países amazónicos, la Amazonia peruana hasido percibida históricamente, por el Estado, como un espacio deshabitado e improductivo que debe ser ocupado, porque ahí está la solución a la pobreza y a los problemas sociales que ella trae, promoviéndose la migración, enmarcada en planes y proyectos estatales de colonización (SMITH, RICHARD CHASE, 1983).

Siendo una región con riqueza forestal maderable, donde las especies valiosas se encontraban en cantidad apetecible, los empresarios madereros, nacionales y extranjeros, legales e ilegales, aprovecharon de la flexibilidad del estado para "descremar"[2] el bosque amazónico, peor aún, los bosques de las comunidades nativas, a las que no se respetaban, por lo mismo que habían sido ubicadasen la escala más baja de la consideración socio económica del país.

A lo anterior, se suman las actividades de extracción no controlada de hidrocarburos y de minerales, que se masificaron en los años setenta del siglo pasado, siendo actividades fuertemente depredadoras de la biodiversidad y altamente contaminantes del ambiente, las cuales, en muchos casos,se realizaban en territorios indígenas, desplazando e ignorando los derechos de las comunidades nativassobre esas tierras.

Hacia fines del siglo pasado, la crisis de la Reforma Agraria (iniciada en 1969 por el General Velasco Alvarado, presidente de facto) y el fracaso de las políticas de colonización llevaron a los colonos instalados en nuestra amazonía, a recurrir a otros medios de subsistencia, incluso ilegales, como las plantaciones de coca, cuya hoja es vendida a los narcotraficantes, constituyéndose en una de las causas de la deforestación y degradación de suelos en la Amazonia.

Para los Pueblos Indígenas Amazónicos, en el Perú, la pérdida de sus bosques se constituye enla pérdida de sus posibilidades de sobrevivencia, ya que el bosque constituye su hogar y les provee dealimentos, medicinas, materiales de construcción,

---

[2] Extracción selectiva de productos forestales, siendo el cedro y la caoba, las especies depredadas.

leña, agua y todos los elementos materiales y espirituales que aseguran el mantenimiento de la vida de la Comunidad Nativa a largo plazo. La degradación del bosque trae consigo la desnutrición, el aumento de las enfermedades, la dependencia, la aculturación y, en muchos casos, la emigración y la desaparición de la propia comunidad. El territorio es una entidad viva, con espiritualidad y carácter sagrado propio, que les brinda seguridad para la supervivencia continua, alimentos, vestimenta, medicinas, combustible y todos los materiales necesarios para la existencia. Hombres y mujeres dependen de su recurso básico, el bosque, para la satisfacción de la mayoría de sus necesidades de subsistencia.

Actualmente, la penetración de la economía de mercado ha obligado a las poblaciones locales a emprender una sobreexplotación de los bosques comunales de la Amazonía peruana, que significa una grave amenaza para la subsistencia de los pueblos indígenas que los habitan. Y, se convierte también en un factor antrópico más que contribuye a la crisis climática. Ante esto, entonces, la pregunta es ¿qué hacer? Y, la respuesta rápida es: generar estrategias de adaptación, básicamente para los grupos mayormente vulnerables, en los que se encuentran los pueblos indígenas amazónicos.

A pesar de toda la riqueza natural de ese ecosistema mega diverso, los pueblos indígenas que habitan la Amazonia peruana se encuentran entre la población más pobre del Perú. Esta situación de vulnerabilidad y el aprovechamiento desordenado de los recursos, se constituye en una seria amenaza para la conservación del ecosistema amazónico y, por ende, de la sobrevivencia de los grupos étnicos que lo habitan. De esta manera, la gestión sostenible del bosque comunal es una necesidad de alta importancia, puesto que estos pueblos dependen de él para la satisfacción de la mayoría de sus necesidades de subsistencia y desarrollo.

AIDER, en este contexto, inicia en el 2000 el desarrollo de proyectos de Manejo Forestal Comunitario, en la Región Ucayali y con el pueblo indígena shipibo-conibo (22 comunidades nativas),resumiendo la propuesta integral en la denominación general de "*Jemabaon Nii. Manejando Bosques Comunales para aliviar pobreza*". Esta propuesta plantea como objetivo de desarrollo: *"Contribuir a la conservación de los bosques amazónicos y al desarrollo de los pueblos indígenas";* y como objetivo específico que*: "las Comunidades Nativas Shipibo-conibo de los distritos Iparía, Callería y Masisea de la región Ucayali, manejen eficientemente los recursos de sus bosques comunales (bosques, suelos y cuerpos de agua), obteniendo beneficios*

económicos que contribuyen a mejorar condiciones de vida".

2. EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO PROPUESTA DE APROVECHAMIENTOSOSTENIBLE DEL BOSQUE AMAZÓNICO.

Desde los años 1970, el término Manejo Forestal Comunitario - MFC se ha vuelto parte del vocabulario de expertos de las agencias de desarrollo, estableciendo que los bosques y árboles jueganun rol importante en los medios de vida de los pobladores rurales, y que al fortalecerse el manejo forestal comunitario mejorarán sus condiciones de vida. Sin embargo, no se concibe el manejo forestalcomunitario sin la articulación de preservación/conservación de la naturaleza y el desarrollo económico.

En el Taller Regional: Manejo Forestal Comunitario y Certificación en América Latina (2001), se estableció que el manejo forestal comunitario debe partir de las propias realidades, perspectivas y capacidades de los comuneros.

En el taller regional: "Manejo Forestal Comunitario y Certificación en América Latina" (2005) se definió al manejo forestal comunitario como un término genérico para una amplia diversidad de modalidades y escalas de gestión, sea en el ámbito comunal o asociativo, para implementar actividadesrelacionadas con el uso y manejo de los recursos forestales con carácter comercial o doméstico.

Sabogal *et al.* (2008) sostienen que son dos las características que definen al manejo forestal comunitario: una es el hecho de ser local y otra de estar organizado colectivamente.

En la Ley Forestal y de Fauna Silvestre 29763 (vigente): El Artículo 44. Lineamientos generales de manejo forestal, establece que manejo forestal son… "*las actividades de caracterización, evaluación, investigación planificación, aprovechamiento, regeneración, reposición, enriquecimiento,protección y control del bosque y otros ecosistemas de vegetación silvestre, conducentes a asegurar la producción sostenible de bienes, la provisión sostenible de servicios y la conservación de la diversidad biológica y el ambiente"*.

En esa misma Ley, el Artículo 80, establece que la Forestería Comunitaria "*es la actividad orientada al aprovechamiento sostenible y la conservación de bienes y servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre que realizan los integrantes de la comunidad, ensu totalidad o por grupos de interés en el interior de esta, a fin de contribuir al bienestar comunitariotomando en cuenta su*

cosmovisión, conocimientos, aspectos socioculturales y prácticas tradicionales".

La certificación forestal voluntaria es uno de los aspectos que también contempla esta ley, la cual promueve la comercialización de productos forestales provenientes de bosques manejados; además, también incluye la certificación del origen legal de los productos forestales, estableciendo paraello la reducción porcentual de retribución económica por el aprovechamiento de los recursos forestales.

Para AIDER, el Manejo Forestal Comunitario-MFC, es la base para el desarrollo de la propuesta de Manejo de Bosques Comunales-MBC, englobando actividades como el manejo pesquero, agroforestería comunitaria, artesanía, servicios ecosistémicos, etc., que tienen que ver directamente con el uso apropiado del bosque y con las diferentes actividades realizadas por una comunidad. (AIDER, 2012). El MFC resulta ser una opción válida y de mucha importancia para elevar el nivel devida de las poblaciones rurales, así como para la conservación de los bosques. A ello se suma como una adicionalidad, de los resultados de conservación, la oferta de secuestro de carbono, aportando a lapropuesta de REDD+.

El fortalecimiento del manejo forestal comunitario tiene dos objetivos fundamentales. El primero es asegurar o mejorar el bienestar de sus protagonistas: los pobladores en comunidades campesinas e indígenas. En este caso, los beneficios son directamente para dichos protagonistas. El segundo es contribuir a la conservación de los bosques para asegurar los servicios que estos proporcionan. En este caso, los beneficios no son sólo para los pobladores locales, sino también para los pobladores río abajo que se benefician del efecto regulador de los bosques donde se practica el manejo forestal comunitario, para la población mundial que se beneficia del secuestro de carbono y de la conservación de la biodiversidad y para los grupos que valoran la fauna silvestre y la belleza escénicade los bosques.

3. EL MANEJO FORESTAL DE LOS BOSQUES COMUNALES EN EL PUEBLO SHIPIBO-CONIBO DE UCAYALI, PERÚ: ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

La Región Ucayali, donde se localiza la experiencia exitosa de Manejo de Bosques Comunales- MBC, tiene una extensión de 10 241 055 hectáreas y está conformada por cuatro provincias: Coronel Portillo, Padre Abad, Atalaya y Purús. Esta región se ubica en la parte central y oriental del Perú, pertenece a la cuenca

amazónica y tiene tres pisos naturales: ceja de selva, selva alta y selva baja. Limita al norte con el departamento de Loreto, al sur con Cusco y Madre de Dios, al este con la República Federativa del Brasil y al oeste con los departamentos de Huánuco, Pasco y Junín. La superficie de Ucayali corresponde predominantemente a bosques y de allí que la principal actividad económica sea la actividad maderera, y se considere a Pucallpa como la capital maderera del Perú.

En esta región los indígenas están distribuidos en 288 comunidades nativas, en cuyos territorios tienen alrededor de 2 309 785 hectáreas de bosques. La etnia shipibo-conibo constituye el tercer pueblomás numeroso de la Amazonia peruana estimándose su población en 30 mil habitantes. Únicamente lesuperan en número los Asháninka (arawak) y Aguarunas (jíbaro). Los shipibo-conibo viven en los márgenes del río Ucayali y sus afluentes: Pisqui, Callería, Aguaytía y a orillas de los lagos Tamaya y Yarina. La población total de shipibos-conibos se estima actualmente en unas 25 mil personas repartidas entre 108 comunidades nativas.

La actividad productiva indígena corresponde principalmente a una economía de subsistencia que aprovecha los recursos naturales, sin incorporar valor agregado. Destacan como sus actividades económicas: la horticultura de roza y quema, la caza, la pesca y la crianza de aves de corral y animalesmenores. La extracción comercial de la madera data de la década los ´60 del siglo pasado, siendo realizada a través del sistema de habilitación-enganche.[3]

El sistema de educación tradicional se basa en la transmisión oral de los conocimientos, y los ancianos de cada familia transmiten a los jóvenes conocimientos tradicionales sobre astrología, geografía, arte, arquitectura, pesquería, medicina y técnicas de guerra. La educación oficial se da a través de la escuela y, al presentarse muchos reclamos por la calidad y el olvido de la lengua materna se está aplicando la Educación Intercultural Bilingüe - EIB.

Los niveles de escolaridad indican que 16 % de esta población no posee ningún nivel de instrucción, en tanto que para el 57 % la educación primaria representa el nivel más alto alcanzado; 17 % ha accedido a la educación secundaria, siendo uno de los porcentajes más altos entre los pueblos indígenas de nuestra Amazonia. La

[3] Consiste en el anticipo de alimentos o bienes (arroz, sal, botas, rifles, motosierras, etc.) que un comerciante mestizo, conocido como patrón-enganchador que trabaja para el maderero habilitador, entrega a miembros de la comunidad nativa con el fin de que provea de madera de sus bosques, sin que exista una equivalencia justa ni control de lo que se tala.

educación superior es una opción a la que accede un sector minoritario de la población, sólo 3 % de la misma y dentro de éste únicamente 28 % logra culminar sus estudios superiores. Esta situación de la instrucción en castellano, les mantiene en la ignorancia del valor monetario real de los recursos del bosque comunal, y, en consecuencia, los comuneros prácticamente “regalan” sus recursos forestales y depredan sus bosques comunales.

La relación del pueblo shipibo-conibo con la sociedad nacional, en condiciones de total asimetría, promueve la pérdida de identidad cultural, por un proceso de aculturación que se suma a suselevados niveles de vulnerabilidad, por lo que sus estrategias económicas tradicionales no resultan exitosas para hacer frente a los efectos e impactos negativos del cambio climático, lo que pone en serioriesgo su existencia como grupo social.

Hombres y mujeres identifican las variaciones en la temperatura y los cambios que se dan en elclima y que son expresados en frases como éstas: “*hace más calor que antes*”, “*el sol quema más*”, “*llueve cuando ya debemos estar en verano*”, “*las lluvias constantes inundan nuestras chacras*”, “*los friajes son más cortos pero fuertes y frecuentes*”. Esos cambios están relacionados con las afecciones que sufren las mismas personas: manchas en la piel y ardores, dolor de cabeza, resfríos, fiebres. Del mismo modo se identifican cambios en plantas y animales: “*los sembríos no crecen lo mismo*”, “*el bosque produce menos frutos para recolectar*”, “*los animales del monte ya no se ven*” y “*las crianzasdomésticas se pierden por enfermedades que antes no tenían*”. (RAMÍREZ, Y. 2015)

Los comuneros reconocen que a raíz de la tala indiscriminada de los bosques se ocasiona la pérdida de especies vegetales y por consiguiente la fauna silvestre. Ejemplo: El aprovechamiento forestal de la quinilla, que se tala en su totalidad, deja sin alimento al mono y a los peces (porque crececerca al agua), además de la pérdida del fruto que es comestible para el ser humano. Como lo dice una comunera:

“(…) ya no hay gamitanas porque se han tumbado la quinilla… no hay motelo porque ya no hay quinillla ni tushmo. También otros peces que ya no hay porque el calor es muy grande y también por los petroleros que con sus máquinas ahuyentan a los animales. La deforestación es fuerte, en algunas comunidades ya no hay árboles”. (RAMÍREZ, Y. 2015)

En el marco del manejo de bosques comunales, AIDER plantea que el bosque no es sinónimo de recurso forestal maderable, promoviendo una visión más amplia e

integral que abarca árboles maderables y no maderables, otras plantas, suelo y recursos pesqueros; destacando el hecho de integraren esa visión a las poblaciones que habitan el bosque, en una articulación sistémica. El trabajo participativo, fundamentado en la interculturalidad y el enfoque de equidad de género, contribuyó a que los comuneros identificaran sus recursos y potencialidades de desarrollo, reconociéndose como sujetos de una nueva experiencia de gestión comunal y asumiendo compromisos viables para su desarrollo. Es así que adoptan la propuesta del manejo de bosques comunales, trabajando en tres componentes: técnico, económico, social.

El componente técnico, abarca todas las acciones de capacitación y asistencia técnica para el manejo de los bosques comunales, desde una perspectiva ecosistémica y con las siguientes líneas productivas:

a) manejo forestal, aprovechando, con criterios de sostenibilidad, los recursos maderables y nomaderables;

b) manejo pesquero, aprovechando los recursos hidrobiológicos bajo un esquema de manejo sostenible en los cuerpos de agua;

c) agroforestería, optimizando el uso de áreas de bosque ya intervenidas, mediante sistemas agroforestales, que contribuyan a la seguridad alimentaria y disminuir así, la presión sobre el bosque; y

d) servicios ambientales, aprovechando la conservación del bosque que oferta créditos de carbono.

Antes de implementar el manejo de bosques comunales, los comuneros extraían la madera de forma desordenada, la tumba de un árbol causaba grandes impactos al ecosistema, matando regeneración natural, cortaban árboles semilleros, no realizaban limpieza de caminos primarios ni secundarios, el arrastre de la madera se efectuaba “a lomo” de los comuneros, sin ningún tipo de seguridad, los residuos sólidos generados (envases de aceite y alimentos) eran tirados y dejados en el bosque.

El componente económico buscó articular el manejo de bosques con la gestión empresarial, así como el desarrollo de negocios sostenibles con productos forestales no maderables, considerando como aspectos estratégicos:

a) organización de los comuneros para la gestión y administración de las actividades económicas y productivas, planificando las diversas tareas, distribuyéndolas entre hombres y mujeres, según sean las habilidades y destrezas de

las personas y también distribuyendo los ingresos económicos entre los y las comuneras que han desarrollado las actividades productivas;

b) orientación empresarial, para impulsar actividades económicas a partir del análisis de la oferta de recursos, la demanda del mercado y las capacidades y habilidades locales.

El componente social, orientado al desarrollo de capacidades locales y a la aplicación de enfoques de participación, equidad de género e interculturalidad. Aspectos claves fueron:

a) realización de procesos de enseñanza - aprendizaje en manejo de bosques, bajo los principios: aprender-haciendo e investigación - acción;

b) fortalecimiento de la organización indígena, que se focalizó en los tres niveles de organización indígena (Comunidad Nativa, Federación Distrital y Organización Regional), mediante asesoría y capacitación para la mejor gestión organizacional;

c) promoción de alianzas, asesorando, como parte de un proceso de enseñanza-aprendizaje, el llegar a acuerdos equitativos, entre los diferentes actores sociales involucrados en el manejo de los bosques comunales.

Las comunidades nativas Callería, Preferida de Charashmaná, Junín Pablo, Puerto Belén, Curiaca y Pueblo Nuevo del Caco, que se comprometieron con el manejo de sus bosques comunales, lograron en el 2003 la aprobación legal de sus respectivos Planes de Manejo Forestal, para el aprovechamiento maderable de sus bosques comunales. En el 2005, luego de una evaluación estricta lograron su Certificación Forestal Voluntaria (CFV) con fines maderables, siendo los primeros manejadores de bosques en el Perú, que lograron este certificado, bajo la Regencia Forestal de AIDERU cayali y sus bosques son los primeros certificados en el país (34 710 ha). El certificado oficial que acredita tal distinción data del 16 de noviembre del 2005 con un horizonte proyectado de cinco años en adelante, manteniéndose hasta la fecha.

Cabe precisar que, para lograr la Certificación Forestal Voluntaria, el manejo de los bosques debe ser bien gestionado desde un punto de vista no sólo económico, sino también social y ambiental. El otorgamiento de esta certificación implica que el manejo forestal que se está realizando en estos bosques ha alcanzado la calidad que exigen los estándares nacionales de los Principios y Criterios del Forest Steward ship Council (FSC).

4. A MANERA DE CONCLUSIONES: CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO DELOS PUEBLOS INDÍGENAS, ARTICULADOS EN LA PROPUESTA DE MANEJO DE LOS BOSQUES COMUNALES.

- En sendas reuniones de reflexiones temáticas con los comuneros, sus dirigentes y líderes, hombres y mujeres, avanzando en la toma de conciencia ambiental sobre el calentamiento global, el efecto invernadero y la crisis climática, se ha consensuado que la propuesta del Manejo Forestal de los Bosques Comunales, resulta también una estrategia pertinente tanto para mitigar, comopara adaptación al cambio climático.
- El manejo forestal bien ejecutado constituye una estrategia de conservación y desarrolloy puede contribuir al cumplimiento de varios de los Objetivos del Desarrollo Sostenible y las Metas 2030.
- El manejo forestal en comunidades indígenas puede ser potenciado, vía alianzas estratégicas, por empresas madereras con responsabilidad social, en el marco de acuerdos justos y equitativos, tanto en la fase de producción como en la comercialización.
- A partir de la experiencia, limitar el manejo de bosques comunales solo al recurso maderable no es efectivo, ya que, en los espacios de Comunidades Nativas, se requiere de un enfoqueecosistémico del manejo de los recursos del bosque, porque sólo así se lograría una gestión territorial que pueda aportar al desarrollo de la población y avanzar hacia su sostenibilidad.
- El manejo del bosque comunal, no se limita a la actividad productiva, requiere el fortalecimiento de la organización comunal, crear espacios de diálogo, fomentar la gobernanza local dentro de un proceso participativo, transparente, de información y equidad, en donde todos puedan tener los mismos beneficios de bienestar social, económico y ambiental del bosque; haciendo que las decisiones colectivas permitan que el "*bosque siga siendo bosque y dando vida*[4] ". (AIDER, 2012).

El Manejo de los bosques comunales viene generando impactos positivos

---

[4] Frase acuñada por AIDER y complementada con la expresión "dando vida", por los comuneros de la C.N. Callería, ya que dentro de su cosmovisión está "el disfrute del bosque" por sus hijos.

significativos en las comunidades nativas que han optado por este modelo, en los tres ámbitos que se delimitan en la propuesta de Desarrollo Sostenible: (NALVARTE, J. 2009).

- En lo técnico/ambiental, que se relaciona directamente con las actividades productivasde aprovechamiento de los recursos y servicios del bosque amazónico, en las comunidades se han adoptado y adaptado tecnologías de bajo impacto ambiental, desarrollando nuevas capacidades técnicasy operativas. Se ha logrado armonizar la cosmovisión indígena de convivencia armónica con el bosque(la naturaleza), siendo una relación de respeto por las leyes de la naturaleza y asegurando que la madrenaturaleza se reproduzca y mantenga su resiliencia que favorece la vida humana, más allá de las comunidades.

Asimismo, se están superando procesos de extracción depredadora de los productos del bosque,se acepta "*el enojo, la molestia, de la madre naturaleza"*, se adaptan a las nuevas condiciones, pero se busca la reconciliación, para que no continúen los efectos negativos de la "*ira de la naturaleza*", eliminando las prácticas ambientales que causaron dicha situación.

- En lo económico, el manejo forestal de los bosques, referido a la realización de diferentes actividades económico-productivas (no solo madera), articulando las ancestrales y las innovadoras, les permiten articularse al mercado local y global de manera exitosa, rentable y sostenible,incluso generando nuevos nichos de mercado, lo que hace posible, de manera tangible, mejorar económica y financieramente su calidad de vida: se mejora la infraestructura de vivienda en la comunidad, los servicios de educación, de salud, de trabajo, de vida familiar y se genera una gestión empresarial, sin perder identidad.

- En lo social, la vida comunal y familiar son fortalecidas porque empiezan a tener recursos económicos (dinero) que les permiten acceder a muchos servicios que se ofrecen en las ciudades, con lo cual refuerzan el mejoramiento de su calidad de vida (básicamente, tecnología, educación y salud) sin tener que dejar su comunidad, y dejar de ser parte de la pobreza que migra a mendigar en las ciudades. Se refuerza autoestima e identidad cultural, porque el prestigio de sus actividades, que se basan en sostenibilidad y conservación ambiental, contribuye a afianzar una verdadera interculturalidad.

Además, se están dando cambios en lo referente a la Gobernanza Forestal ya que los comunerosy comuneras involucrados en el manejo del bosque comunal y la

CFV, han logrado integrarse en una visión en común con procesos de reflexión social de las condiciones históricas de sus recursos naturalesy de la situación actual. Las nuevas generaciones, que tienen mucha influencia urbana no indígena, vuelven a recibir de los comuneros comprometidos en el manejo forestal, los valores ancestrales de solidaridad, reciprocidad y han mejorado sus mecanismos de decisiones democráticas – varones y mujeres con voz y voto – y el privilegio del aprovechamiento forestal es de todos.

Para el éxito del MFC en poblaciones indígenas se requiere desarrollar una relación intercultural, que se concretice en la articulación de saberes ancestrales de estos pueblos y el conocimiento técnico y científico del mundo no indígena. Para ello es necesario una preparación de profesionales y técnicos, previa al trabajo de campo con los comuneros, para identificar los aspectos socioculturales, ideológicos y de cosmovisión que tienen los indígenas y poder establecer el diálogo con ellos y, al mismo tiempo, facilitar a los dirigentes comunales el reconocimiento de los aspectos culturales del mundo no indígena, de manera tal que se generen los niveles de confianza requeridos para lograr la interacción en favor de la adopción de la propuesta del Manejo de Bosques Comunales y de la Certificación Forestal Voluntaria.

Cerramos esta comunicación reconociendo que lo mostrado con respecto al manejo de bosquescomunales no está generalizada en toda nuestra amazonía, sin embargo, los resultados positivos que seevidencian, de manera tangible, en varias comunidades y las acciones comprometidas, en algunos organismos públicos e instituciones privadas, que están replicando la experiencia de AIDER, adaptándola a las condiciones diversas de naturaleza y cultura que tiene Perú, nos permiten afirmar queel Manejo de Bosques Comunales es un nuevo modo de vida que los pueblos indígenas nos enseñan para lograr el verdadero desarrollo sostenible, superando los impactos negativos del cambio climático.

REFERENCIAS

AIDER, 2006. Informe de cierre del Proyecto "JEMABAON NII, Manejando Bosques Comunales para Aliviar Pobreza".

AIDER 2008. Jemabaon Nii. "Manejando nuestros bosques para aliviar pobreza". La experiencia de AIDER en manejo de bosques con comunidades shipibo - conibo de Ucayali. Lima. Perú.

AIDER, 2012. Manejo Forestal de Bosques Comunales bajo la Certificación Forestal Voluntaria. Sistematización de la experiencia en la Comunidad Nativa Callería: 2000-2012. (Documento de trabajo anillado). Lima. Perú.

Nalvarte A., Jaime. 2009. Impacto del manejo forestal con fines maderables aplicado en la Comunidad Nativa Callería. Región Ucayali-Perú. Tesis de Maestría. UNALM.

Sabogal, César, Will de Jong, Benno Pokorny, Bastiaan Louman (2008). Manejo forestal comunitario en América Latina: Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. Una publicación conjunta de CIFOR - CATIE. Belém, Brasil.

Ramírez V, Yolanda. 2015. Saberes ancestrales, de hombres y mujeres indígenas de la amazonía peruana, sobre indicadores climáticos: un aporte para enfrentar los retos de la crisis climática. AIDER. Lima. Perú.

Taller Internacional: "Manejo Forestal Comunitario en América Latina: Lecciones y demanda de un proceso colaborativo". 2005, Pucallpa. Memoria del Taller. Perú. SNV, DED, CIFOR, WWF, INRENA, AIDER.

CAPÍTULO 02

IMPACTOS AMBIENTAIS DA PISCICULTURA DE TANQUE ESCAVADO NO RESERVATÓRIO ITAPARICA, SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Ariane Silva Cardoso
Doutoranda em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências
Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife – PE
E-mail: arianecardoso8@gmail.com

Gérsica M. Nogueira da Silva
Pós-doutoranda no Programa USP Cidades Globais - Instituto de Estudos Avançados/IEA
Endereço: R. do Anfiteatro, 513 - Butantã, São Paulo – SP
E-mail: gersicamns@hotmail.com

Érika Alves Tavares Marques
Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Centro de Tecnologia e Geociências,Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife – PE
E-mail: erikatmbio@gmail.com

Maristela Casé Costa Cunha
Professora adjunta e pesquisadora, Departamento de Educação, Campus VIII da Universidadedo Estado da Bahia
Endereço: Rua da Gangorra, nº 503, bairro General Dutra, Paulo Afonso
E-mail: maristelacase@gmail.com

Maria do Carmo Martins Sobral
Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
E-mail: mariadocarmo.sobral@gmail.com

RESUMO: A piscicultura possui importância econômica e social, mas é capaz de provocar impactos ambientais. Com objetivo de avaliar os impactos do efluente de piscicultura de tanque escavadono reservatório Itaparica foram realizadas análises físico-químicas e ecotoxicológicas, utilizando *Daphnia similis*, em cultivos de alevinos, no efluente de cultivos de juvenis antes eapós tratamento e no reservatório Itaparica, rio São Francisco. Além de ensaios ecotoxicológicos com 17 α-metiltestosterona, que causou toxicidade para *D. similis*, e com oxitetraciclina. O fósforo total no reservatório foi o único parâmetro acima do limite indicado pela legislação. Os resultados mostraram potencial de reuso do efluente, como estratégia para gestão sustentável da atividade e dos recursos hídricos. É evidente a necessidade de controle dos fármacos e monitoramento dos efluentes, para garantir a qualidade da água para os usos múltiplos, e mais importante, segurança hídrica no abastecimento humano.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente de piscicultura; Recursos hídricos; Qualidade da água.

ABSTRACT: Fish farming has economic and social importance but is capable of causing environmental impacts. The aim of this study was to evaluate the impacts of effluent from tank farms excavated in the Itaparica reservoir, using physicochemical and ecotoxicological analyzes using *Daphnia similis* in fingerlings cultivation, effluent from juvenile cultures before and aftertreatment, and at the Itaparica reservoir, São Francisco river. In addition to ecotoxicological assays with 17 α-methyltestosterone, which caused toxicity to *D. similis* and with oxytetracycline. The total phosphorus in the reservoir was the only parameter above the limit indicated by the legislation. The results showed potential of reuse of the effluent, as a strategy for sustainable management of the activity and water resources. The need for drug control andeffluent monitoring is evident to ensure water quality for multiple uses, and most important, water security in human supply.

KEYWORDS: Fish farming efluente; Water resources; Water quality.

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade comercial com potencial de gerar empregos e alto faturamento, sobretudo nas regiões com recursos hídricos disponíveis e de boa qualidade, com a exemplo a bacia do rio São Francisco, que vem presentando potencial para o crescimento dessa atividade (BARROSO; ANDRÉS, 2014). Ademais, a piscicultura tem se mostrado uma alternativa promissora para complementar produção de pescado, uma vez que há uma diminuição nos estoques naturais de peixes (GOMES *et al.*, 2020).

Diante do atual cenário de produção e consumo do pescado via piscicultura, vale refletirsobre as perspectivas de gestão desta atividade nos próximos anos e de que forma ela atenderáessa demanda de maneira sustentável. Pois além dos impactos positivos, a piscicultura tem capacidade de gerar diversos impactos ambientais, incluindo risco de eutrofização dos corpos hídricos, devido ao aporte de nutrientes em excesso na água, especialmente dos compostos nitrogenados e fosfatados, que sem o devido manejo podem alterar a qualidade da água (SOBRAL, 2011).

No semiárido nordestino, onde a radiação solar é constante e o volume hídrico vem sendo impactado pela baixa disponibilidade hídrica e ocorrência de eventos climáticos extremos, os riscos são ainda mais acentuados. Além disso, a introdução de hormônios para masculinização do cultivo, apresenta poucos estudos sobre possíveis impactos gerados no ambiente aquático e seus efeitos. Segundo Souza *et al.* (2020), a qualidade da água é extremamente importante para a aquicultura, sendo a principal matéria-prima do processo de produção.

Nesta pesquisa, a análise dos ensaios ecotoxicológicos associados às avaliações físicoquímicas, teve como objetivo auxiliar na compreensão dos impactos gerados pela piscicultura nos recursos hídricos. A fim de subsidiar informações para melhoria da gestão dos recursos hídricos e na promoção de políticas públicas que padronizem o uso de produtos farmacêuticos e lançamento de efluentes de piscicultura, contribuindo com o fortalecimento sustentável da atividade e os usos multiplos da água no reservatório Itaparica, no semiárido brasileiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em piscicultura de tanque escavado no município de Itacuruba (PE, Brasil), situada às margens do reservatório de Itaparica, no Submédio São Francisco. A área de estudo possui economia voltada a atividade de piscicultura. A piscicultura conta com 17 tanques escavados para cultivo de juvenis de Oreochromis niloticus Linnaeus (tilápia do Nilo), com capacidade de suporte aproximadamente de 28.200 unidades por temporada, além de 4 tanques escavados para produção de alevinos, com capacidade de produção de aproximadamente 800.000 indivíduos. E uma lagoa de tratamento do efluente proveniente dos viveiros de cultivo de juvenis. O efluente é tratado em lagoa de tratamento biológico pela técnica depor fitorremediação construída durante o projeto *Interplay coupling of substance cycle in aquatic and terrestrial ecosystems – INNOVATE*, utilizando as macrófitasaquáticas Eichhornia crassipes Mart. e Solms e Egeria densa Planch. A lagoa é composta por um tanque com volume total de 5.000 m³.

As coletas de amostras foram realizadas em maio de 2016. Os pontos de amostragem foram distribuídos entre os tanques de cultivo de alevinos: P1, P2 e P3, para avaliar os impactospela introdução de ração, hormônio e antibiótico; o efluente dos tanques de juvenis antes do tratamento: P4, para analisar o impacto do aporte de ração, que neste momento do processo ocorre de maneira mais intensa; o efluente dos tanques de juvenis após tratamento: P5, para verificar a influência da fitorremediação na qualidade do efluente lançado, e no reservatório deItaparica: P6, escolhido por ser o corpo receptor do efluente da piscicultura e local de captaçãode água para a mesma.

2.1 Análises físico-químicas e ecotoxicológicas do sistema de piscicultura

As análises físico-químicas da água foram realizadas de acordo com as metodologias determinadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater*[5]. Os parâmetros físico-químicos analisados foram alcalinidade (mg.L1), dureza (mg.L1), ammonia (mg.L1), nitrato ($mg.L^{-1}$), nitrito ($mg.L^{-1}$), fósforo total ($mg.L^{-1}$), fosfato total ($mg.L^{-1}$) eortofosfato ($mg.L^{-1}$).

Os procedimentos referentes ao cultivo de organismos e ensaios ecotoxicológicos utilizando o microcrustáceo *Daphnia similis* como organismos-teste basearam-se nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT NBR 12713:2004 (ABNT, 2004). Todos os ensaios tiveram tempo de exposição de 48 horas. Para a análise estatística foi utilizado o método Trimmed Spearman-Karber (HAMILTON *et al*., 1977).

Para os ensaios ecotoxicológicos, a fim de testar a toxicidade da água dos tanques e efluente da piscicultura, foram utilizadas amostras coletadas na piscicultura expostas em concentração 100 % aos organismos, mais o controle com água de cultivo.

O ensaio agudo com o hormônio 17 α-metiltestosterona foi realizado a partir de soluções-teste nas concentrações 4.8, 9.6, 14.4, 19.2 e 24.0 $\mu g.L^{-1}$. Nesse ensaio foram preparados dois controles, um com água de cultivo e outro com álcool etílico comercial a 46 % na concentração de 24 $\mu g.L^{-1}$, devido ao hormônio ter sido diluído em álcool para preparação da solução-estoque. O ensaio ecotoxicológico com o antibiótico oxitetraciclina foi realizado utilizando soluções-teste nas concentrações 1.0, 6.0, 12.5, 15.0, 20.0, 25.0, 50.0 $mg.L^{-1}$ e o controle com água de cultivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Percepção dos impactos através das análises físico-químicas

As análises físico-químicas da água incluem parâmetros analisados in situ e em laboratório (Tabela 1). Entre os tanques de cultivo de alevinos a temperatura da água não apresentou alta amplitude térmica. A condutividade, os sólidos totais dissolvidos e a salinidade apresentaram valores mais elevados no ponto P2. Essas variáveis estão correlacionadas diretamente às concentrações de sais, ácidos e bases dissolvidos na água (ESTEVES, 2011). Quanto maior a concentração de sais e sólidos dissolvidos na água maior será o valor da condutividade.

Tabela 1 - Concentração das variáveis físico-químicas da água e efluente em piscicultura de tanque escavado, em maio de 2016. S = superfície; ZE = zona eufótica; F= fundo.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6		
						S	ZE	F
Temperatura da água (°C)	26,58	27,95	26,97	26,81	26,90	28,50	27,82	27,80
OD ($mg.L^{-1}$)	5,20	11,39	4,87	4,62	6,84	9,50	8,30	6,80
pH	8,02	9,23	7,9	7,69	7,89	8,50	7,90	7,81
SDT ($mg.L^{-1}$)	80	120	80	70	50	60	60	60
Condutividade ($\mu S.cm^{-1}$)	130	186	120	111	82	92	85	85
Salinidade (ppm)	0,06	0,09	0,06	0,05	0,04	0,7	-	-
Disco de Secchi (m)	0,30	0,20	0,80	0,05	0,4	0,7	-	-
Alcalinidade ($mg.L^{-1}$ CaCo3)	45,50	44,50	48,00	52,00	37,50	33,00	39,00	42,00
Dureza ($mg.L^{-1}$ CaCo3)	31,23	28,02	28,22	30,83	18,42	22,42	24,62	27,02
Nitrato ($mg.L^{-1}$ N)	0,25	0,02	0,09	0,23	0,01	0,14	0,20	0,14
Nitrito ($mg.L^{-1}$ N)	0,18	0,01	0,08	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01
Amônia ($mg.L^{-1}$ N)	0,97	0,05	0,75	0,85	0,03	0,10	0,02	0,05
Fósforo Total ($mg.L^{-1}$ P)	0,51	0,26	0,40	0,39	0,13	0,10	0,06	0,05
Ortofosfato ($mg.L^{-1}$ P)	0,31	0,02	0,31	0,12	0,03	0,02	0,00	0,01
Fosfato ($mg.L^{-1}$ P)	0,43	0,24	0,40	0,37	0,12	0,07	0,02	0,02

OD – Oxigênio Dissolvido; SDT – Sólidos Dissolvidos Totais Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Os valores de alcalinidade e dureza apresentaram pouca variação com relação a água do interior e do exterior da piscicultura. Já entre os efluentes estudados, o menor valor da dureza ocorreu em P5, com 18.42 $mg.L^{-1}$ $CaCO_3$, após o tratamento do efluente. A dureza da água é importante para dinâmica de alguns organismos zooplanctônicos, como exemplo as *Daphnia* ssp., que necessitam de cálcio para auxiliar na troca de sua carapaça, influenciando diretamente no desenvolvimento. A água coletada nos pontos de amostragem apresentaram valores de dureza abaixo do recomendado como ideal para microcrustáceos zooplanctônicos.

Entre as formas nitrogenadas, o nitrogênio amoniacal, o nitrito e o nitrato são os principais formatos absorvíveis pelos organismos, por isso, sua medida auxilia na

indicação da qualidade da água (ESTEVES, 2011). Neste estudo, a amônia exibiu maiores concentrações entre as formas nitrogenadas, onde nos tanques de cultivo de alevinos apresentou valor mais elevado em P1.

O fósforo total exibiu os maiores valores nos pontos localizados nos tanques de cultivo de alevinos, com maiores registros em P1 e P3. Atualmente, no Brasil, a resolução CONAMA 357/2005, indica o fósforo total como um dos parâmetros de qualidade da água (BRASIL, 2005). Em P6, único ponto do qual atende a referida legislação, a concentração do fósforo total esteve acima do limite máximo de 0.030 mg.L^{-1} P, para ambientes lênticos, com águas de classe 2.

O fósforo é um dos principais fatores limitantes nos ecossistemas aquáticos e o acompanhamento dos seus níveis é fundamental para o controle da eutrofização nesses ambientes (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Por isso é considerado indicador de impactos ambientais. Em pisciculturas a ração e as excreções metabólicas dos peixes são responsáveis pelo acréscimo de compostos como fósforo e nitrogênio na água (MOURA *et al*., 2014). Corroborando com dados do presente estudo, pesquisa realizada no reservatório de Itaparica também constatou que os compostos nitrogenados estiveram dentro no estabelecido pela legislação brasileira e os valores de fósforo total, acima do recomendado (MORAES *et al.*, 2011).

As concentrações dos nutrientes nos pontos de amostragem P1, P2, P3 e P4 tem relação direta com entradas de ração nos viveiros, período de retenção da água e o manejo dos tanques. O acúmulo desses nutrientes é inevitável no processo de cultivo, uma vez que compõe a base da ração ofertada aos peixes. Ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, mostraram que concentrações acima de 0.10 mg.L^{-1} de fósforo total foram suficientes para causar toxicidade (BAZANTE-YAMAGUISHI *et al.,* 2009).

Pode-se observar que os compostos nitrogenados e fosfatados, apresentaram redução dos valores em P5 com relação a P4, além do aumento no percentual de oxigênio dissolvido de um ponto para o outro, sugerindo que o tratamento do efluente por fitorremediação melhora a composição do efluente lançado no reservatório Itaparica. Outros trabalhos mostram dados que corroboram com a presente pesquisa, indicando que a fitorremediação também foi eficaz na remoção do nitrogênio e do fósforo de efluentes gerados por pisciculturas (SIPAÚBA-TAVARES, 2008; HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008).

3.3 Análise do grau de toxicidade do sistema de piscicultura

No ensaio agudo realizado com *Daphnia similis* foi observado como efeito a imobilidade dos indivíduos. Para os organismos expostos ao grupo controle e as amostras dos pontos P1 e P2 não foi observada imobilidade. Nos demais pontos analisados o percentual médio de imobilidade dos organismos esteve abaixo de 20 %. Com isso, os resultados dos ensaios de toxicidade aguda não diferiram estatisticamente do controle, com valor p = 0.254, de modo que as amostras de água e efluente coletadas na piscicultura não provocaram efeitos agudos sobre D. similis. A eutrofização artificial é um dos principais efeitos nocivos ao ecossistema aquático induzido pelas atividades aquícolas. Em geral, efluentes de viveiros de cultivo apresentam um alto valor de nutrientes. Somado ao acréscimo de nutrientes, nos cultivos são adicionados compostos farmacêuticos potencialmente tóxicos, porém negligenciados (SCHIVIANI *et al.*, 2011). A utilização de antibióticos e hormônios no cultivoé regular nos tanques de cultivo de alevinos. Contudo, é possível que estes não estejam biodisponíveis ou que a concentração disponível no ambiente não seja suficiente para causar efeito agudo no organismo-teste do presente trabalho.

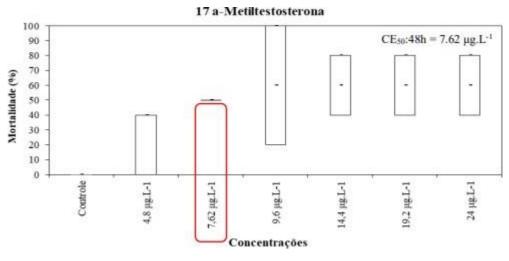
Assim como os dados encontrados nesse estudo, pesquisa realizada utilizando a D. similis como organismo-teste, indicou baixa capacidade poluidora do cultivo de alevinos em piscicultura nos corpos d'água em São Paulo, sugerindo potencial não tóxico dos efluentes gerados pelos viveiros de criação de alevinos (CAMPOS *et al.*, 2014).

3.4 Avaliação da toxicidade do hormônio 17-α metiltestosterona

No ensaio de exposição do 17-α metiltestosterona a *D. similis* não foi observada diferença estatística entre o controle e o controle com álcool (p = 0.686), mas verificou-se que houve diferença estatística significativa entre as concentrações testadas e o controle (p = < 0.001). As análises estatísticas demonstraram que as concentrações do 17-α metiltestosterona utilizadas nesse estudo apresentaram toxicidade aguda para a espécie *D. similis*, exceto na concentração de 4.8 $\mu g.L^{-1}$, registrando 30 % de imobilidade média. De acordo com o método Trimmed-Spearman-Karber, a concentração que causou imobilidade a 50 % dos organismos-teste (CE50;48h) calculada foi igual a 7.62 $\mu g.L^{-1}$, com limites de confiança de 95 % inferior

e superior de 5.25 µg.L^{-1} e 11.06 µg.L^{-1} , respectivamente (Figura 1).

Diferindo dos resultados observados aqui, a pesquisa de Falone (2007) não observou toxicidade do 17 α-metiltestosterona para *D. similis*, utilizando duas concentrações 1 µg.L^{-1} e 50 µg.L^{-1} . Contudo, a autora chama atenção para o fato de que não se deve descartar a hipótese de toxicidade em concentrações maiores, considerando que esses microrganismos filtram a água para obtenção de oxigênio e alimentação. E ainda ao fato de que foi detectado presença do hormônio entre 15.5 µg.L^{-1} a 99.5 µg.L^{-1} em viveiros de cultivo com diferentes condições, que provavelmente acumulou-se pela ração não consumida totalmente ao passar das aplicações diárias.

Figura 1 - Teste de toxicidade aguda com o hormônio 17 α-metiltestosterona realizado com o organismo D. similis. Percentual de imobilidade máxima, mínima e média entre as réplicas e o valor da CE50:48h

Fonte: Os Autores.

O pH pode estar relacionado a disponibilidade do hormônio na água, com indicativo de que em águas com pH neutro o processo de degradação do hormônio é lento (FALONE, 2007). Apesar do pH da água nos viveiros T1 e T2 estarem em 8.02 e 9.23, respectivamente, não foram detectadas toxicidade nas amostras de água coletadas nesses viveiros. Entretanto, para as concentrações de 17 α-metiltestosterona testadas nesta pesquisa, embora abaixo das encontradas em outros trabalhos, foi registrado efeito tóxico em *Daphnia similis*.

3.5 Avaliação da toxicidade do antibiótico oxitetraciclina

Para o ensaio realizado com a oxitetraciclina, no período 48 horas de exposição, verificou-se que não houve diferença estatística significativa entre as concentrações testadas eo controle (p = 0.532), com percentual médio de imobilidade dos organismos abaixo de 20 %, portanto a oxitetraciclina não apresentou toxicidade para *D. similis*. Diferindo do presente resultado, outros estudos identificaram efeito tóxico da oxitetraciclina para os microcrustáceos *Daphnia magna* e *Ceriodaphnia dubia*, organismos amplamente utilizados em ensaios ecotoxicológicos (ISIDORI *et al.,* 2005; SANTOS *et al.,* 2010).

Outros resultados encontrados na literatura corroboram com os observados no presente trabalho, onde pesquisadores avaliando a toxicidade da oxitetraciclina não observaram efeito tóxico em seus experimentos utilizando como organismos-teste a *D. magna* (WOLLENBERGER *et al.,* 2000; KOLAR *et al.*, 2014). Ainda sugerem que testes de reprodução de crustáceos devem ser incluídos em estratégia para o uso de antibióticos, uma vez que, apesar de não identificarem efeito tóxico agudo, foi observado efeito tóxico crônico (WOLLENBERGER *et al*., 2000). Apesar da oxitetraciclina ser comumente usada em pisciculturas no Brasil, esse antibiótico não é liberado para utilização em atividades aquícolas no país. Estudo mostra que a biodisponibilidade da oxitetraciclina após administração em cultivos pode não ser detectada na água após 5 dias, e no sedimento, após 27 dias, após a últimamedicação. No entanto, grande parte desse antibiótico não é biodegradável e pode voltar a coluna d'água e ser lixiviado para outros locais (UENO *et al.,* 2004).

Assim como a ocorrência de doenças são fatores limitantes para produtividade na piscicultura, o uso dos produtos farmacêuticos veterinários também representam risco que necessitam se ser avaliados, como a intoxicação ambiental.

4. CONCLUSÕES

Quando comparados os resultados nos pontos de descarte de efluente, antes e após o tratamento, observa-se que houve diminuição dos valores para os parâmetros físico-químicos, com elevação da taxa de oxigênio dissolvido e nenhum efeito tóxico observado, demonstrando que o tratamento por fitorremediação melhorou a qualidade do efluente. Com isso, sugere-se que o efluente da piscicultura tem

grande potencial de reuso, destacando os fins agrícolas, prática que contribui com o uso sustentável dos recursos hídricos e com o desenvolvimento da piscicultura no semiárido.

Apesar da água e do efluente da piscicultura não representaram toxicidade para a *Daphnia similis*, o hormônio 17α-metiltestosterona, mesmo em baixas concentrações, causou toxicidade. Chamando atenção para os riscos desse composto na água e seu acúmulo a longo prazo no sedimento. Esses resultados mostram a necessidade de cautela e definições de padrão no lançamento de efluente de piscicultura, e evidenciam que o monitoramento ambiental é fundamental para o desenvolvimento econômico da região, além de contribuir com informações para elaboração de estratégias de gestão e políticas públicas para as cadeias produtivas no semiárido e redução dos impactos ambientais nos recursos hídricos. Uma vez que, a legislação nacional não faz menção a limites e padrões para substâncias utilizadas na piscicultura, e parâmetros específicos para testar a toxicidade dos efluentes dessa atividade.

A prática da gestão sustentável contribui para garantir os múltiplos usos da água a todos, sobretudo na região de estudo, uma vez que, grandes projetos como os de irrigação e transposição do rio São Francisco utilizam as águas do reservatório Itaparica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela concessão do Projeto APQ (1248_3.07/15) e de bolsas de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Waterand Wastewater. APHA. Washington DC: Edição 22, 1490 p., 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Ecotoxicologia aquática: toxicidade aguda – método de ensaio com *Daphnia* spp. (Crustacea: Cladocera). ABNT NBR 12713: 2004, 23p.

BARROSO, R. M.; ANDRÉS, M. P. A Tilápia e o Desenvolvimento do Sertão de Itaparica/ PE - Análise Econômica para Investimentos de Desenvolvimento na Região. Documentos 4: Embrapa Pesca e Aquicultura, ed. 1, 44 p., Palmas - TO, 2014.

BAZANTE-YAMAGUISHI, R; LOMBARDI, J. V; MERCANTE, C. T. J; CARUSO, N. P. P; MOREIRA, L. E. B; PEREIRA, J. S. "Análise Ecotoxicológica em Viveiro de Produção de Tilápia (Oreochromis niloticus), Utilizando o Cladócero *Ceriodaphnia dubia* como Organismo-Teste". J. Braz. Soc. Ecotoxicol. v. 4, n. 1-3, p. 55-64, 2009.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobrea classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem comoestabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. DiárioOficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CAMPOS, B. G. de; ABESSA, D. M. de S.; LOPES, M. C.; SILVA, N. J. R. da. "Avaliação ecotoxicológica em piscicultura no parque estadual da Serra do Mar-SP, Núcleo Itariru". O Mundo da Saúde, 38(1):98-104, São Paulo, 2014.

ESTEVES, Francisco de Assis. Fundamentos da limnologia. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 3ª edição, 826 p., 2011.

FALONE, Sandra Zago. Desenvolvimento de métodos para a determinação do hormônio 17 αMetiltestosterona em amostras de água e de sedimentos de piscicultura: ensaios ecotoxicológicos com cladóceros. Tese apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos, daUniversidade de São Paulo – USP. 155 p., 2007.

GOMES, I. O.; SILVA, A. P. C.; GOMES, J. B.; SILVA, M. C. S.; NASCIMENTO, I. T. V. S.; SERRA, I. M. R. S. Percepção da sanidade em pisciculturas da Baixada Ocidental Maranhense, Brasil. Braz. J. Develop., Curitiba, v. 6, n. 5, p. 23029-23043, may 2020.

HAMILTON, M.A., RUSSO, R.C., THURSTON, R.V. "Trimed Spearman-Karber method forestimating medial lethal concentrations in toxicity bioassays". Environmental Science Technology, v.7, n. 7, p.714-719, jul. 1977.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A. F. M. "Impacto das Atividades de Aquicultura e Sistemas de Tratamento de Efluentes com Macrófitas Aquáticas". Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 34: 165-175, 2008.

ISIDORI, Marina; LAVORGNA, Margherita; NARDELLI, Angela; PASCARELLA, Luigia; PARRELLA, Alfredo. "Toxic and genotoxic evaluation of six antibiotics on non-target organisms". Science of the Total Environment, 346, p. 87 – 98, 2005.

KOLAR, Boris; ARNUS, Loyro; JERETIN, Bogdana; GUTMAHER, Ales; DROBNE, Damjana; DURJAVA, Mojca Kos. The toxic effect of oxytetracycline and trimethoprim in theaquatic environment. Chemosphere, 115, p. 75–80, 2014.

MORAES, M.; SOBRAL, M. C.; SILVA, H.; MELO, G. L. de; PEDRO, A. ; CABRAL, J. ; SARMENTO, P. “Qualidade de água em reservatórios de regiões com escassez hídrica: Estudos de caso na região Mediterânica de Portugal e região semiárida do Brasil”. In: GALVÃO, C. de O.; CIRILO, J. A.; CABRAL, J.; MEDEIROS, M., G. A. de. (Org.). Recursos hídricos para a convivência com o semiárido: abordagens por pesquisadores no Brasil, Portugal, Cabo Verde, Estados Unidos e Argentina. 1ed., Porto Alegre: ABRH, v. 1, p. 301- 330, 2011.

MOURA, Rodrigo S. T. de; LOPES, Yuri V. de A.; HENRY-SILVA, Gustavo G. Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividadesde piscicultura no semiárido do Rio Grande do Norte. Quim. Nova, Vol. 37, No. 8, 1283-1288,2014.

SANTOS, L. H. M. L. M.; ARAÚJO, A. N.; FACHINI, A.; PENA, A.; DELERUE-MATOS, C.; MONTENEGRO, M. C. B. S. M. “Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment”. Journal of Hazardous Materials, 175, P. 45–95, 2010.

SCHIVIANI, J. DE A.; CARDOSO, C. E.; RODRIGUES, W. C. “Desreguladores Endócrinosno Meio Ambiente e o Uso de Potenciais Bioindicadores Endo”. Revista Eletrônica TECCEN,v. 4, n. 3, p. 33–48, 2011.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BRAGA, F. M. de S. “Constructed wetland in waste-watertreatment”. Acta Scientiarum. Biological Sciences, Maringá, 30(3): 261-265, 2008.

SOBRAL, Maria do Carmo Martins. “Estratégia de Gestão dos Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro”. Revista Eletrônica do PRODEMA – REDE, v. 7, p. 76-82, 2011.

SOUZA, F. C. Análise da qualidade da água de uma piscicultura tradicional da comunidade doGuajará no município de Cametá-PA. Braz. J. Develop., v. 6, n. 1, p. 3964-3976.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. Limnologia. Ed. Oficina de Textos, 1ª ed., São Paulo, 632 p., 2008.

UENO, Ryuji; KINOSHITA, Akiko; WAKABAYASHI, Junko. “Comparative pharmacokinetics of oxytetracycline in eel and its fate in a closed aquatic environment”. Aquaculture, 235, p. 53–63, 2004.

WOLLENBERGER, A, L.; HALLING-SÙRENSENB, B.; KUSKA, K. O. “Acute and chronic toxicity of veterinary antibiotics to *Daphnia magna*”. Chemosphere, 40, p. 723-730, 2000.

CAPÍTULO 03

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE MOÍDA APÓS REPETIDOS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E DESCONGELAMENTO

Clara Lozano e Rezende
Discente do curso de Medicina Veterinária e Bolsista PIBIC
Centro Universitário Moura Lacerda
Endereço: R. Frei Santo, 303, Campos Elíseos. CEP 14085-210. Ribeirão Preto/SP
E-mail: claa_raa@hotmail.com

Vinícius de Paula Castania
Discente do curso de Medicina Veterinária
Centro Universitário Moura Lacerda
Endereço: Avenida Heráclito Fontoura Sobral Pinto, 1855 - Condomínio Evidence, casa 454. CEP:14022-000 Cidade: Ribeirão Preto/SP, Brasil
E-mail: castaniavini@gmail.com

Naiá Carla Marchi de Rezende Lago
Doutora em Medicina Veterinária Docente do Centro Universitário Moura Lacerda
Endereço: Avenida Doutor Oscar de Moura Lacerda, 1520. CEP 14076-510
E-mail: naiarezendelago@gmail.com

Patrícia Gelli Feres de Marchi
Doutora em Medicina Veterinária
Docente do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN
Instituição: Universidade Federal do Acre
Endereço: BR 364, km 04 Distrito Industrial, CEP 69915-800, Rio Branco/AC, Brasil.
E-mail: patriciamarchi.ufac@gmail.com

Danielle Saldanha de Souza Araújo
Bacharel em Medicina Veterinária
Mestranda do programa de pós-graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável naAmazônia – UFAC
Endereço: BR 364, km 04 Distrito Industrial, CEP 69915-800, Rio Branco/AC, Brasil
E-mail: dani-saldanha@live.com

Cassio Toledo Messias
Doutor em Medicina Veterinária
Docente do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN
Instituição: Universidade Federal do Acre.
Endereço: BR 364, km 04 Distrito Industrial, CEP 69915-800, Rio Branco/AC, Brasil
E-mail: ctoledomessias@gmail.com

Lidianne Assis Silva
Doutora em Agronomia
Docente do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN
Instituição: Universidade Federal do Acre
Endereço: BR 364, km 04 Distrito Industrial, CEP 69915-800, Rio Branco/AC, Brasil
E-mail: lidianne@ufac.br

RESUMO: A carne pode ser um importante veículo de transmissão de microrganismos, visto que sua composição é excelente como meio de cultura. Os fatores intrínsecos ligados a isso são a alta atividade de água, pH favorável e o fornecimento de nutrientes. Fatores extrínsecos como temperatura, umidade do ambiente e embalagem também contribuem para a proliferação microbiana. As principais bactérias patogênicas encontradas são *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Yersinia* e *Trichinella spiralis* em suínos. Para evitar a multiplicação microbiana são utilizados métodos de conservação de alimentos, como a refrigeração, que leva a carne a uma temperatura abaixo de 8ºC esperando que a multiplicação bacteriana seja retardada. Outro método é o congelamento, que leva o alimento a uma temperatura abaixo de -10 ºC prevenindo a multiplicação. Este trabalho teve como objetivo verificar se a carne moída comercializada em açougues de Ribeirão Preto/SP tem uma contaminação que pode trazer riscos à saúde do consumidor e, ainda, se o congelamento e o descongelamento repetidos influenciam a sobrevivência dos microrganismos encontrados na carne fresca. Das 21 amostras processadas, 12 apresentaram populações de mesófilos superiores a 10^6 UFC/g, indicando baixa qualidade higiênico-sanitária logo após a compra. Nas amostras resfriadas esse número aumentou para 16 amostras e após os processos de congelamento e descongelamento esse número chegou a 20. Portanto, com a análise dos resultados obtidos, conclui-se que a carne moída oferecida à população de Ribeirão Preto/SP apresenta população microbiana elevada, indicando baixa qualidade higiênico-sanitária do alimento e repetidos processos de congelamento e descongelamento da carne proporciona aumento da população microbiana, podendo oferecer risco à saúde do consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Proteína animal; Mesófilos; Frio; Preservação.

ABSTRACT: Meat can be an important vehicle for the transmission of microorganisms, since its composition is excellent as a culture medium. The intrinsic factors associated with this are high water activity, favorable pH and nutrient supply. Extrinsic factors such as temperature, humidity and packaging also contribute to microbial proliferation. The main pathogenic bacteria found are *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Yersinia* and *Trichinella spiralis* in swine. To prevent microbial multiplication, food preservation methods are used, such as refrigeration, which takes the meat to a temperature below 8ºC, hoping that bacterial multiplication will be delayed. Another method is freezing, which takes the food to a temperature below -10ºC preventing multiplication. This work aimed to verify if the ground meat sold in butchers in Ribeirão Preto / SP has a contamination that can bring risks to the consumer's health and, also, if the repeated freezing and thawing influence the survival of the microorganisms found in fresh meat. Of the 21 processed samples, 12 had mesophile populations above 106 CFU / g, indicating low hygienic-sanitary quality right after purchase. In the chilled samples this number increased to 16 samples and after the freezing and thawing processes this number reached 20. Therefore, with the analysis of the results obtained, it is concluded that the ground meat offered to the population of Ribeirão Preto / SP has a microbial population high, indicating low hygienic-sanitary quality of the food and repeated freezing and thawing of the meat provides an increase in the microbial population, which may pose a risk to consumer health.

KEYWORDS: Animal protein; Mesophiles; Cold; Preservation.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil se destaca quando o assunto é carne bovina. Durante décadas o número de rebanhos vem aumentando e, por consequência desse aumento, o consumo, a produção e a exportação colocaram nosso país como primeiro lugar no ranking mundial. Em 2015, o Brasil tinha o maior rebanho bovino com 215,2 milhões de cabeças e era o segundo maior exportador de carne in natura, com 1,4 milhões de toneladas (ABIEC 2018; IBGE 2018).

Em 2016, o Brasil conquistou o título de país com maior rebanho mundial, com 218,23 milhões de cabeças (crescimento de 1,4 % referente ao ano anterior). Números como os de exportação dos anosmais recentes demonstram que o rebanho bovino segue aumentando. Em 2017, a exportação chegou a1,5 milhão de toneladas (crescimento de 10 % referente ao ano anterior); e nos dois primeiros meses do ano de 2018, houve um crescimento de 17 % referente aos mesmos meses de 2017 (ABIEC 2018; IBGE 2018).

A carne tem um papel muito importante como veículo de transmissão de microrganismos, uma vez que sua composição química é excelente como meio de cultura. Os fatores intrínsecos que favorecem o desenvolvimento de tais microrganismos são a alta atividade de água, pH favorável e o fornecimento de nutrientes como substâncias nitrogenadas, minerais e fatores de crescimento. Fatores extrínsecos como temperatura, umidade do ambiente e embalagem também contribuem para a proliferação microbiana (FORSYTHE, 2013; FRANCO e LANDGRAF, 2008).

Os principais perigos microbiológicos encontrados na carne são, em sua maioria, bactérias, tais como, *Escherichia coli*, *Salmonella, Yersinia* e *Trichinella spiralis* em suínos (ICMSF, 2015).

A contaminação da carne provém do próprio animal (alimentação, fator de estresse), do manejo durante o abate e do manuseio dessa carne (condições higiênico sanitárias), assim como os utensílios utilizados no processo (FRANCO e LANDGRAF, 2008). A microbiota presente na carne é influenciada também pelos microrganismos comensais ou patogênicos do manipulador do alimento. Essa microbiota é, sem dúvida, de grande diversidade.

Para evitar a multiplicação microbiana e, por consequência, a deterioração da carne, são dispostos tratamentos adequados que afetam essa multiplicação. Dentro dos métodos de conservação de alimentos, destaca-se a refrigeração, que leva a carne a uma temperatura abaixo de 8ºC esperando que a multiplicação bacteriana seja retardada, principalmente a das bactérias patogênicas. Outro método é o congelamento, que leva o alimento a uma temperatura abaixo de -10 ºC prevenindo a multiplicação de todos os microrganismos (FORSYTHE, 2013).

Como é impossível determinar todos os microrganismos que contaminam o alimento devido ao alto custo das análises e à demora em se conseguir todos os resultados, é comum determinar a contagemou a presença de microrganismos ditos indicadores em alimentos. Esses microrganismos indicam a qualidade higiênico-sanitária do alimento e a provável presença de microrganismos patogênicos, dependendo do indicador pesquisado (JAY, 2000).

Entre os microrganismos indicadores, os microrganismos mesófilos são aqueles que se multiplicam preferencialmente em temperaturas ao redor de 35 °C. São microrganismos que dão a ideiada população microbiana total encontrada em uma amostra de alimento, porém, como se multiplicam em temperatura próxima à do corpo humano, indicam o risco de haver bactérias patogênicas na amostra analisada (FEHLHABER e JANETSCHKE, 1992).

Em um trabalho realizado no Piauí, 60 amostras de carne moída foram avaliadas e os autores concluíram que o produto comercializado em Bom Jesus/PI apresenta alterações físico-químicas e elevada contaminação microbiana que comprometem a qualidade e o tempo de vida útil do produto, além de causar riscos à saúde pública (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Em outro trabalho semelhante realizado na Paraíba, Medeiros (2017) concluiu que a carne moída oferecida à população apresentava alta contaminação microbiana, podendo provocar doenças alimentares nos consumidores do produto. Este trabalho teve como objetivo verificar se a carne moída comercializada em açougues de Ribeirão Preto/SP tem uma contaminação que pode trazer riscos à saúde do consumidor e, ainda, se o congelamento e o descongelamento repetidos influenciam a sobrevivência dos microrganismos encontrados na carne fresca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram colhidas 24 amostras de carne moída (patinho) pesando aproximadamente 400 gramas cada uma, obtidas em diferentes açougues de Ribeirão Preto, SP. Elas foram devidamente identificadascom o local da compra, horário e data.

As amostras foram transportadas desde sua compra dentro de uma bolsa isotérmica contendo compressa de gelo até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Centro Universitário Moura Lacerda da cidade de Ribeirão Preto, SP.

A determinação de mesófilos foi realizada utilizando-se a técnica de contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbicos estritos e facultativos viáveis, descrita na Instrução Normativa nº62 de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

Para a contagem de mesófilos, 25g de carne moída foram adicionados a 225ml de solução salinapeptonada a 0,1 % (diluição 10^{-1}). A partir desta, realizou-se diluições sucessivas até a diluição 10^{-7}.

Para esta pesquisa, as diluições de 10^{-3} a 10^{-7} foram utilizadas. Assim, em duplicatas, 1ml de cada diluição foi transferido para placas de Petri estéreis e, na sequência, foi adicionado ágar PCA (15-20ml) fundido e resfriado a aproximadamente 42-45 ºC, pela técnica de pour plate.

Após homogeneização e solidificação, as placas foram invertidas e incubadas a 35 ºC por 48 horas. Ao final do período, aquelas que apresentaram entre 25-250 colônias foram utilizadas para determinação dos resultados (UFC/g).

A amostra analisada no dia da sua compra permaneceu na geladeira (4-5 ºC) por 24 horas. Ao final deste período, a pesquisa de mesófilos foi novamente realizada da mesma forma como já descrita. A amostra permaneceu por mais 24 horas na geladeira (4-5 ºC) e as análises foram então repetidas maisuma vez.

Em seguida, a amostra foi congelada a -17 ºC em freezer doméstico, onde permaneceu por 28 dias. Então, essa amostra foi descongelada (4 ºC por 24 horas) e as análises repetidas logo em sequência e após mais 24 e 48 horas de descongelamento, sempre permanecendo sob refrigeração.

Mais uma vez, a amostra foi congelada por 28 dias e, após o seu segundo descongelamento, as contagens de mesófilos foram repetidas por três dias consecutivos. Neste caso, a amostra também permaneceu em refrigeração durante todo esse período.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 24 amostras coletadas, 21 foram consideradas válidas para a análise final dos dados obtidos durante os meses em que a pesquisa foi realizada, pois um problema técnico na estufa de incubação inviabilizou o uso dos resultados encontrados em três amostras. Todos os resultados encontrados durante o período da pesquisa estão demonstrados na Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

Das 21 amostras analisadas, como mostra a Tabela 1, 12 (57,1%) apresentaram populações de mesófilos superiores a 10^6 UFC/g logo após a compra, indicando baixa qualidade higiênico-sanitária do produto. Resultados esses inferiores aos encontrados por Costa *et al.* (2020), que obteve 100 % das amostras de carne moída adquirida com valores de bactérias mesófilas acima do permitido. Quando se

compara essa população com aquela encontrada após 48 horas de armazenamento sob refrigeração, percebe-se aumento da população de mesófilos em 16 amostras, sendo que, do total de 21 amostras válidas, 15 (71,4 %) apresentaram populações de mesófilos acima de 10^6 UFC/g.

Já na Tabela 2, é possível observar que a maior parte das amostras apresentou um aumento do número de mesófilos a cada mês em que foram analisadas. Ainda assim, como mostra a Tabela 3, 13 amostras apresentaram diminuição e duas se mostraram estáveis quando comparadas suas populações de mesófilos de 48 horas no segundo mês de análise com 0 hora no terceiro mês.

Essa situação demonstra que em mais da metade dos casos, logo após o segundo descongelamento há uma diminuição da população bacteriana das amostras que provavelmente está relacionada com uma maior debilidade das bactérias relacionada com o segundo período sucessivo em que foram expostas a baixas temperaturas.

Tabela 1 – Média aritmética da população de mesófilos em unidades formadoras de colônia por grama de carne moída (UFC/g) encontrada nas amostras imediatamente após a sua aquisição, 24h e 48h depois nos três meses de análises.

Am.[1]	1º MÊS			2º MÊS			3º MÊS		
	0h	24h	48h	0h	24h	48h	0h	24h	48h
1	$1,8x10^6$	$3,5x10^6$	$2,2x10^6$ (est)[2]	$1,9x10^9$	$6,0x10^7$	$2,4x10^8$	$5,5x10^8$	$2,0x10^8$	$1,7x10^8$
2	$1,5x10^6$	$4,0x10^6$	$2,5x10^7$	$1,5x10^7$	$2,6x10^7$	$2,8x10^7$	$1,7x10^7$	$1,2x10^8$	$1,2x10^8$
3	$2,0x10^6$	$5,2x10^6$	$1,3x10^8$	$4,0x10^7$	$6,0x10^7$	$2,0x10^8$	$5,6x10^7$	$8,2x10^7$	$6,1x10^7$
4	$5,7x10^5$	$1,2x10^6$	$5,2x10^6$	$1,2x10^7$	$5,3x10^6$	$3,3x10^6$	$1,1x10^6$	$5,6x10^6$	$3,5x10^6$
5	$2,2x10^5$	$8,0x10^5$	$1,6x10^6$	$9,1x10^5$	$1,7x10^6$	$1,1x10^6$	$5,5x10^5$	$1,5x10^6$	$2,4x10^6$
6	$3,9x10^4$	$1,8x10^5$	$5,8x10^5$	$9,0x10^5$	$1,4x10^6$	$9,5x10^6$	$4,0x10^6$	$1,4x10^7$	$2,4x10^7$
7	$4,2x10^6$	$7,9x10^8$	$1,1x10^8$	$2,3x10^8$ (est)[2]	$7,1x10^7$	$1,6x10^7$	$5,0x10^5$	$7,3x10^6$	$7,8x10^6$
8	$6,9x10^5$	$2,3x10^5$	$8,5x10^5$	$1,0x10^6$	$2,7x10^6$	$1,2x10^7$	$4,0x10^6$	$3,5x10^6$	$1,6x10^6$
10	$1,2x10^6$	$2,5x10^6$	$7,2x10^6$	$2,7x10^6$	$5,2x10^6$	$5,2x10^8$	$1,7x10^7$	$9,4x10^6$	$2,0x10^7$
11	$8,3x10^5$	$2,0x10^6$	$9,5x10^6$	$1,5x10^8$	$1,6x10^8$	$2,2x10^8$	$1,5x10^8$	$1,4x10^8$	$2,4x10^8$
12	$1,0x10^6$	$7,2x10^5$	$6,1x10^5$	$4,3x10^5$	$1,2x10^6$	$1,9x10^6$	$1,4x10^6$	$1,5x10^6$	$3,5x10^6$
13	$3,8x10^5$	$2,2x10^6$	$3,4x10^5$	$4,9x10^5$	$1,9x10^6$	$4,3x10^6$	$1,1x10^7$	$1,1x10^7$	$8,1x10^6$
14	$2,6x10^5$	$4,4x10^5$	$2,3x10^5$	$1,1x10^5$	$2,0x10^6$	$1,4x10^5$	$6,7x10^6$	$2,7x10^6$	$5,9x10^6$
16	$2,5x10^6$	$4,2x10^6$	$9,0x10^5$	$7,9x10^6$	$1,8x10^7$	$1,1x10^7$	$2,0x10^7$	$1,6x10^7$	$1,6x10^7$
17	$4,0x10^5$	$7,8x10^5$	$1,9x10^6$	$1,1x10^7$	$7,4x10^7$	$9,5x10^8$	$1,5x10^9$	>2,5x	$1,8x10^9$
18	$1,7x10^6$	$2,2x10^6$	$7,8x10^6$	$1,1x10^7$	$1,9x10^7$	$3,0x10^7$	$1,6x10^7$	$5,3x10^8$	$1,9x10^7$
19	$1,1x10^8$	$1,7x10^8$	>2,5x 10^7	$1,4x10^8$	$1,9x10^8$	$2,2x10^9$	$2,1x10^8$	$5,0x10^8$	>2,5x 10^7
20	$1,0x10^6$	$2,7x10^6$	$1,3x10^6$	$1,8x10^6$	$2,4x10^6$	$1,6x10^6$	$1,4x10^6$	$6,0x10^6$	$8,9x10^6$
21	$1,7x10^7$	$2,7x10^7$	$3,9x10^7$	$1,4x10^8$	$1,7x10^8$	$1,6x10^8$	>2,5x 10^7	$8,4x10^8$	$1,7x10^8$
22	$5,0x10^5$	$1,5x10^6$	$2,3x10^6$	$1,3x10^7$	$1,3x10^7$	$1,5x10^7$	$1,5x10^7$	$9,3x10^7$	$1,6x10^8$
24	$2,3x10^6$	$1,9x10^6$	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$	$3,4x10^7$	$1,2x10^8$	$1,3x10^7$	$1,3x10^8$	$1,5x10^9$

Ribeirão Preto, SP, 2018/2019.
.[1] Amostras.
[2] Valor estimado.

Tabela 2 – Média aritmética da população de mesófilos em unidades formadoras de colônias por grama de carne moída(UFC/g) encontrada nas amostras de 48h após a aquisição nos três meses de análises.

Am.[1]	48h – 1º MÊS	48h – 2º MÊS	48h – 3º MÊS
1	$2,2 \times 10^6$ (est)[2]	$2,4 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$
2	$2,5 \times 10^7$	$2,8 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$
3	$1,3 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$6,1 \times 10^7$
4	$5,2 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$
5	$1,6 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$
6	$5,8 \times 10^5$	$9,5 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$
7	$1,1 \times 10^8$	$1,6 \times 10^7$	$7,8 \times 10^6$
8	$8,5 \times 10^5$	$1,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^6$
10	$7,2 \times 10^6$	$5,2 \times 10^8$	$2,0 \times 10^7$
11	$9,5 \times 10^6$	$2,2 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$
12	$6,1 \times 10^5$	$1,9 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$
13	$3,4 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$8,1 \times 10^6$
14	$2,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	$5,9 \times 10^6$
16	$9,0 \times 10^5$	$1,1 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$
17	$1,9 \times 10^6$	$9,5 \times 10^8$	$1,8 \times 10^9$
18	$7,8 \times 10^6$	$3,0 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$
19	$>2,5 \times 10^7$	$2,2 \times 10^9$	$>2,5 \times 10^7$
20	$1,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$8,9 \times 10^6$
21	$3,9 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$
22	$2,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$
24	$1,4 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$	$1,5 \times 10^9$

Ribeirão Preto, SP, 2018/2019
.[1] Amostras.
[2] Valor estimado.

O aumento da população de mesófilos, como visto na Tabela 1 e na Tabela 2, sempre é observado quando a carne permanece sob refrigeração. Assim, o frio é um método de conservação que deve ser utilizado para produtos perecíveis, mas não inibe por completo a multiplicação microbiana.

Quando se compara a população de mesófilos assim que a amostra é adquirida (primeira análise) com aquela encontrada 48 horas após o segundo descongelamento (terceira análise), observa-se que houve um aumento da população em 20 amostras (95,2 %). Este fato indica que repetidos processos de congelamento e descongelamento, mesmo que a carne permaneça em refrigeração durante todo o período, favorecem o aumento da população microbiana.

Tabela 3 – Média aritmética da população de mesófilos em unidades formadoras de colônias por grama de carne moída (UFC/g) encontrada nas amostras 48h após a aquisição no segundo mês de análise e no primeiro dia de análise após o segundo descongelamento.

Am.[1]	48h – 2º MÊS	0h – 3º MÊS
1	2,4 x 10^8	5,5 x 10^8
2	2,8 x 10^7	1,7 x 10^7
3	2,0 x 10^8	5,6 x 10^7
4	3,3 x 10^6	1,1 x 10^6
5	1,1 x 10^6	5,5 x 10^5
6	9,5 x 10^6	4,0 x 10^6
7	1,6 x 10^7	5,0 x 10^5
8	1,2 x 10^7	4,0 x 10^6
10	5,2 x 10^8	1,7 x 10^7
11	2,2 x 10^8	1,5 x 10^8
12	1,9 x 10^6	1,4 x 10^6
13	4,3 x 10^6	1,1 x 10^7
14	1,4 x 10^5	6,7 x 10^6
16	1,1 x 10^7	2,0 x 10^7
17	9,5 x 10^8	1,5 x 10^9
18	3,0 x 10^7	1,6 x 10^7
19	2,2 x 10^9	2,1 x 10^8
20	1,6 x 10^6	1,4 x 10^6
21	1,6 x 10^8	>2,5 x 10^7
22	1,5 x 10^7	1,5 x 10^7
24	1,2 x 10^8	1,3 x 10^7

Ribeirão Preto, SP, 2018/2019.
[1] Amostras.

A presença de bactérias psicotróficas explicaria esse aumento gradual, aliada à uma provável seleção das bactérias mais resistentes promovida pelo meio desfavorável em nutrientes, uma vez que o substrato que as nutriria (sangue) permaneceu congelado grande parte do tempo.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados das análises realizadas, pode-se concluir que a carne moída oferecida à população de Ribeirão Preto/SP apresenta população microbiana elevada, indicando baixa qualidade higiênico-sanitária do alimento. Também se observou que repetidos processos de congelamento e descongelamento da carne proporciona aumento da população microbiana encontrada,podendo oferecer risco à saúde do consumidor, principalmente se o alimento for consumido cru e por pessoas imunossuprimidas. Portanto, esse trabalho demonstra que os cuidados com a conservação e preservação de alimentos devem acontecer não só em todos os estabelecimentos processadores de alimentos, mas também dentro da residência dos próprios consumidores.

REFERÊNCIAS

ABIEC. **Exportações brasileiras de carne bovina.** Disponível em <http://www.abiec.com.br/download/estatisticas-mar18.pdf> Acesso em 05/08/2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para análises microbiológicas para controlede produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Seção I, página 14, 18 de setembro de2003.

COSTA, C. A. C. B., *et al.* Estudo da qualidade microbiológica e físico-química de carne bovina moídacomercializada informalmente em feiras livres na cidade de Murici, Alagoas/Study of the microbiological and physical-chemical quality of bovine ground beef marketed informally in a street market in the city of Murici, Alagoas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33433-33447,2020.

FEHLHABER, K., JANETSCHKE, P. **Higiene veterinária de los alimentos.** Zarazoga: Acribia, 1992. 669p.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança dos alimentos.** 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu,2008. 93-98 p.

IBGE. **Agricultura e Pecuária**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticasnovoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html> Acesso em 05/08/2018.

ICMSF. International Comiission on Microbiological Specifications for Foods. **Microrganismos em alimentos 8**: utilização de dados para avaliação e controle de processo e aceitação de produto. São Paulo: Blucher, 2015.

LAY, J.M. **Modern food Microbiology**. 6ed. Maryland: Aspen Publishers, 2000. 679p.

MEDEIROS, A.M. A**nálise dos parâmentros microbiológicos da carne bovina moída "in natura"comercializada na mesorregião do agreste paraibano**. Universidade Federal da Paraíba. Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Paraíba. Areia/PB, 2017. Disponível em <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/4208/1/AMM15052018.pdf > Acesso em 08/08/2018.

OLIVEIRA, M.S. *et al.* **Qualidade físico-química e microbiológica da carne moída em açougues**. Revista Electrónica de Veterinaria, v.18, n.12, 2017.

CAPÍTULO 04

ASPECTOS HIGIÊNICO-SANTINÁRIOS DE CARNES BOVINAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE BARREIRAS-BA

Miriam Stephanie Nunes de Souza
Graduada em Engenharia de Alimentos pelo IFBA campus Barreiras
E-mail: stephanienunes246@gmail.com

Ítalo Abreu Lima
Doutor em Ciência dos Alimentos pela UFLA
Docente no IFBA campus Barreiras
E-mail: italoabreu@ifba.edu.br

Luiz Fernando Souza Almeida
Mestre em Ciências Ambientais pela UFOB campus Barreiras
Docente no IFBA campus Barreiras
E-mail: luizfernando@ifba.edu.br

Carlla Emanuella Cardoso de Aquino
Graduanda em Engenharia de Alimentos pelo IFBA campus Barreiras
E-mail: carlla.manu@hotmail.com

Daiane de Azevedo Guedes
Graduanda em Engenharia de Alimentos pelo IFBA campus Barreiras
E-mail: daianeazevedoguedes@hotmail.com

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias e os aspectos físico-químicos (pH, temperatura, atividade de água e umidade) e microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficas) da carne bovina *in natura* comercializada em feiras livres do município de Barreiras - Bahia. Aplicou-se o *check-list* em 18 caixas de vendas de carne bovina *in natura* em feiras livres para avaliar as condições higiênico-sanitárias dos normativos e seis incorporados de carne bovina *in natura* que foram suprimidos aleatoriamente 18 caixas para as demais análises. De acordo com os resultados do *check-list*, a maioria dos comerciantes acredita que a carne *in natura* é um produto que não transmite nenhuma patologia quando manuseada incorretamente e grande parte dos mesmos afirmam que há fiscalização da vigilância sanitária, mas que é feita de forma ineficiente e deficitária. Uma quantidade atribuída dos consumidores não sabe a origem da carne, alémde afirmar que ela pode transmitir doenças, porém desconhece quais são essas patologias veiculadas. Em relação às análises físicas-definidas, a temperatura média das D, E e F, do bairro 2, diferem estatisticamente das do bairro 1 (*P* <0,05) e não atenderam a legislação vigente. Para os valores de pH também houve diferença diminuiu (P <0,05), mais todas as configurações dentro estavamda faixa de pH para carne vermelha que é de 6,2 a 5,4. Em relação a atividade de água, não houve diferença (p> 0,05), os valores variaram de 0,981 a 0,995. O teor de umidade da carne bovina *in natura* variou de 57,86 a 74,87 % (P <0,05). Tais resultados corroboram para a necessidade da adoção de boas práticas de manipulação e conservação da carne comercializada em feiras livres para, dessa forma, reduzir os riscos à saúde dos consumidores e aumentar o tempo de prateleira do produto. Para as análises

microbiológicas, todas as agregações agregadas de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficas e quatro delas estavam com a quantidade de coliformes totais e termotolerantes acima do permitido pela legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Carne in natura; Saúde Pública; Fiscalização.

ABSTRACT: The work aimed to evaluate the hygienic-sanitary conditions and the physical-chemical aspects (pH, temperature, water activity and humidity) and microbiological aspects (total coliforms and thermotolerants, mesophilic and psychrotrophic aerobic bacteria) of bovine meat in natura commercialized in free markets in the city of Barreiras - Bahia. The check-list was applied in 18 boxesof sales of bovine meat in natura in free fairs to evaluate the hygienic-sanitary conditions of the normsand six incorporated of bovine meat in natura that were randomly suppressed 18 boxes for the other analyses. According to the results of the check-list, most traders believe that fresh meat is a product that does not transmit any pathology when handled incorrectly and most of them affirm that there is surveillance of health, but that it is done in an inefficient and deficient way. An assigned amount of consumers do not know the origin of the meat, besides affirming that it can transmit diseases, but theydo not know what these pathologies are transmitted. In relation to the physical-defined analyses, the average temperature of D, E and F, of neighborhood 2, differ statistically from those of neighborhood1 (P <0.05) and did not meet the current legislation. For the pH values there was also a difference (P <0.05), but all the settings inside were in the pH range for red meat which is 6.2 to 5.4.Regarding the water activity, there was no difference (p> 0.05), the values varied from 0.981 to 0.995. The moisturecontent of bovine meat in natura varied from 57.86 to 74.87 % (P <0.05). Such results corroborate the need for the adoption of good practices in the handling and conservation of meat commercialized in free trade fairs in order to reduce the risks to the health of consumers and increase the shelf life of theproduct. For microbiological analyses, all aggregations of mesophilic and psychrotrophic aerobic bacteria and four of them were with the amount of total coliforms and thermotolerants above that allowed by the legislation.

KEYWORDS: Meat in natura; Public Health; Inspection.

1. INTRODUÇÃO

A carne bovina é um alimento essencial para a alimentação humana, além de conter grande quantidade de proteínas de alto valor biológico, e possui vitaminas e minerais que são importantes para um bom crescimento e desenvolvimento dos tecidos e manutenção das funções fisiológicas (GERMANO & GERMANO, 2003).

Os alimentos comercializados não devem proporcionar contaminação, quer seja de natureza química, física ou biológica. Os perigos físicos são os mais frequentemente identificados pelos consumidores, em contrapartida, os perigos químicos e microbiológicos se sobressaem maioritariamente do ponto de vista da saúde pública, por serem de difícil identificação (RIBEIRO; FRAVET, 2010).

Nas feiras livres, os alimentos de origem animal possuem alto risco de contaminação, uma vez que são expostos em barracas com temperaturas inadequadas e sem proteção contra poeira, insetos e outros contaminantes físicos. Ademais, grande parte das carnes comercializadas nesses locais são oriundas de abatedouros clandestinos que não seguem as normas higiênico-sanitárias, o que contribui para aumentar o risco de contaminação do produto. Essa realidade é comum em cidades do interior, devido a hábitos culturais fortemente enraizados na população, o que a torna vulnerável a diversos tipos de doenças transmitidas por alimentos (DTA).

As bactérias patogênicas mais comuns encontradas na carne bovina são Escherichia coli, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus, Salmonella spp. e Listeria monocytogenes. Dentre essas, destaca-se L. monocytogenes pela resistência a grandes variações de pH, temperatura e concentrações salinas e S. aureus que é encontrada na microbiota normal da pele e mucosa de mamíferos e aves, além de ser responsável por surtos de intoxicação alimentar decorrentes da formação de toxinas estafilocócicas no alimento e no trato gastrointestinal de animais (SILVA, 2015).

Desta forma, torna-se necessária a percepção, cada vez mais vasta, sobre a qualidade da carne bovina in natura oferecida à população, sendo a avaliação higiênico-sanitária e análise microbiológica como formas efetivas de apontar as não-conformidades e na identificação de micro-organismos indicadores, tais como: coliformes totais e termotolerantes, contagem de bactérias aeróbias mesófilas e de psicrotróficas.

O objetivo deste trabalho é avaliar as condições higiênico-sanitárias e os aspectos físico-químicos e microbiológicos da carne bovina in natura comercializada

nas feiras livres do município de Barreiras – Bahia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas feiras livre da cidade de Barreiras – Bahia, no período de setembro a outubro de 2018. Foram analisadas as condições higiênico-sanitárias em 18 boxes de duasfeiras livres (12 boxes do bairro 1 e 6 boxes do bairro 2).

Elaborou-se questionários que foram aplicados com os consumidores a respeito das condições higiênico-sanitárias das feiras e com os comerciantes que foram entrevistados e questionados sobre o modo de comercialização das carnes, condições de abate, armazenamento e transporte das mesmas e condições ambientais de trabalho. Os questionários foram aplicados para 18 comerciantes e 50 consumidores, sendo 25 consumidores em cada bairro.

O check list foi elaborado com base nas RDC n° 275 de 21 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002) e RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004 da ANVISA (BRASIL, 2004) e abordou aspectos como: condições das barracas/box e dos equipamentos e utensílios (conservação, limpeza e funcionamento dos materiais), higiene pessoal (vestuário e hábitos higiênicos) e matéria-prima (aparência e exposição).

Para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas, ambas em triplicata, foram coletadas três amostras do bairro 1, denominadas (A, B e C) e três amostras do bairro 2, identificadas como (D, E e F), totalizando 6 amostras de carne bovina in natura.

As amostras de carnes coletadas nos boxes foi sistemática e inteiramente casualizada (amostra composta e heterogênea), sendo escolhidos boxes alternados com o intuito de construir o real foco de contaminação microbiana. Este estudo é do tipo transversal de caráter quantitativo e observacional.

Em seguida, foi aferida a temperatura das amostras e as mesmas foram colocadas em sacos plásticos estéreis, identificadas e transportadas em caixas isotérmicas para o IFBA, campus Barreiras para a realização das análises microbiológicas, no Laboratório de Microbiologia, e físico-químicas e de controle de qualidade, no Laboratório de Análise de Alimentos.

A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C, segundo metodologias oficiais da Associação Oficial de Análises Químicas (AOAC, 2002). As

temperaturas das amostras foram obtidas através do uso de um termômetro de penetração, que foi inserido em diferentes pontos da carne (centro horizontal e vertical) (BRASIL, 1996). A atividade de água (Aa) foi determinada por meio de um aparelho Aqualab digital modelo série 3TE da Decagon Devices, EUA (DECAGONDEVICES Inc, 2003). O pH foi medido por potenciometria (Peagâmetro Orion, modelo 710 A) de acordo com o método (TERRA; BRUM, 1988).

Todas as análises microbiológicas seguiram as técnicas citadas por Silva, Junqueira e Silveira (2001): contagem total de mesófilos, contagem total de psicrotróficos e coliformes totais e termotolerantes.

Os resultados do check list foram analisados utilizando a estatística descritiva simples empregando o software Microsoft Excel®. Já os dados físico-químicos e microbiológicos foram interpretados por meio da análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no software Statistical Analysis System (SAS) (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), licenciado para a Universidade Federal de Lavras (UFLA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Condições higiênico-sanitárias dos boxes e questionários para consumidores e comerciantes

Os resultados das condições higiênico-sanitárias dos boxes que comercializavam carnes bovinas nas feiras livres dos bairros 1 e 2 do município de Barreiras-BA, estão ilustrados conforme os gráficos abaixo.

Verifica-se que nos gráficos 1 e 2 que, dos 18 boxes analisados, somente um foi considerado "bom", com 77,78 % de conformidades, 11 foram considerados "regular" e 6 foram classificados como "ruim".

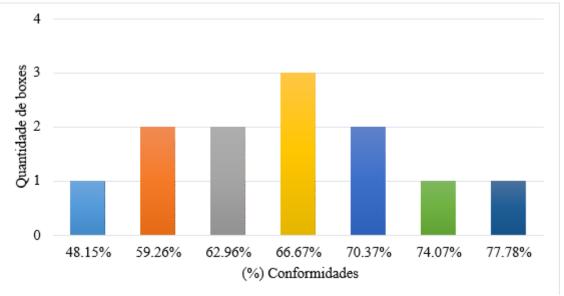
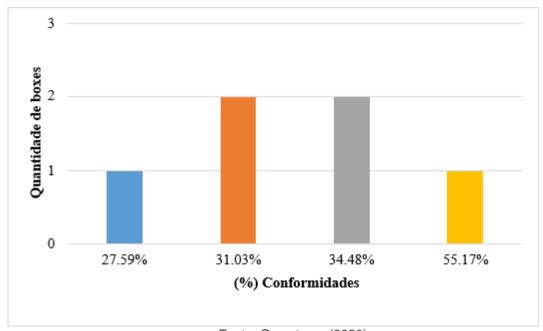
Gráfico 1 – Classificação quanto ao percentual de conformidades de acordo com ANVISA, dos boxes na feira livre do bairro 1 no município de Barreiras-BA, 2018.

Fonte: Os autores (2020).

Gráfico 2 – Classificação quanto ao percentual de conformidades de acordo com ANVISA, dos boxes na feira livre do bairro 2 no município de Barreiras-BA, 2018.

Fonte: Os autores (2020).

Durante a avaliação, observou-se hábitos higiênicos inadequados em todos os boxes, como falta do uniforme completo, adornos, cabelos e/ou barba soltos. Além disso, foi notado atitudes como falare tossir durante a manipulação da carne. Na feira livre do bairro 2, as carnes estavam dispostas em superfícies de material inadequado, sem a prévia higienização e expostas ao ar livre, sujeitas a contaminantes físicos e biológicos. Diante disso, pode-se afirmar que tais atitudes estão diretamente

relacionadas com baixo % de conformidades, uma vez que, os cinco dos seis boxes que vendem carne no bairro 2 foram analisadas como “ruins” e somente um foi considerado “regular”.

A feira livre do bairro 1 obteve melhores resultados devido a estrutura dos boxes serem mais adequadas, as carnes expostas em temperaturas de refrigeração e a maioria das superfícies, equipamentos e utensílios estarem higienizadas. No entanto, notou-se a presença de materiais contaminantes como mochilas, bolsas, dentre outros objetos, próximas ao local de manipulação da carne.

Segundo Silva (2015) ao avaliar as condições sanitárias da carne bovina in natura comercializada na feira livre do município de Jiquiriçá – BA, em relação a comercialização e exposição das carnes, 78,9 % dos itens avaliados se encontravam em desacordo com a legislação vigente, quanto à higiene dos manipuladores 72,9 % estava inadequada e com relação às instalações, equipamentos e utensílios 54,5 % apresentaram inadequação. De acordo com a autora, o elevado percentual de inadequação referente à comercialização e exposição das carnes, está relacionado ao fato de que em 100 % dos boxes, as carnes eram expostas em temperatura ambiente, mesmo com a presença de balcões refrigerados em todos os boxes de comercialização de carne bovina in natura. Outros parâmetros críticos observados durante a comercialização é que em 100 % dos boxes os consumidores manuseiam as carnes no momento de escolha do corte e os açougueiros recebem o dinheiro e manipulam a carne ao mesmo tempo, sem higienizar as mãos. Esta prática também foi observada pelos comerciantes e consumidores das feiras livres dos bairros 1 e 2.

Para o questionário aplicado aos comerciantes do bairro 1, 25 % eram do sexo feminino e 75 % do sexo masculino, e todos afirmaram comercializar carne do tipo bovina e que a mesma era adquirida de frigoríficos. Para 58,33 %, a carne pode transmitir alguma doença, 91,67 % afirmaram que tem fiscalização da vigilância sanitária, 83,33 % já participaram de algum curso/palestra sobre Boas Práticas de Fabricação e o mesmo percentual de comerciantes disseram que tem conhecimento sobre Boas Práticas de Fabricação.

Na tabela 01, encontram-se as respostas comparativas dos comerciantes das feiras livres dos dois bairros analisados.

Tabela 01 – Resultados obtidos dos questionários aplicados aos comerciantes das feiras livres dos bairros 1 e 2, do município de Barreiras – Bahia, 2018.

BAIRRO 1	BAIRRO 2
Todos afirmaram que a carne é adquirida de frigoríficos	16,67 % expuseram que abatem os animais em fazendas, acondicionam a carne em freezer e levampara feira em caixas plásticas
Para 58,33 %, a carne pode transmitir alguma doença	Todos os comerciantes alegaram que a carne não é passível de transmitir doença
91,67 % afirmaram que tem fiscalização da vigilância sanitária	Todos garantiram que tem fiscalização da vigilância sanitária
83,33 % já participaram de algum curso/palestra sobre Boas Práticas de Fabricação	83,33 % já participaram de algum curso/palestra sobre Boas Práticas de Fabricação
83,33 % disseram ter conhecimento sobre Boas Práticas de Fabricação	100 % afirmar ter conhecimento sobre as Boas Práticas de Fabricação

Fonte: Os autores (2020).

Em relação aos comerciantes do bairro 2, 83,33 % destes eram do sexo masculino e 16,67 % do sexo feminino e 50 % declararam comercializar carne bovina, 16,67 % expuseram que abatem os animais em fazendas, acondicionam a carne em freezer e levam para feira em caixas plásticas e 83,33 % afirmaram que não realizam o abate e que adquirem a carne de frigorífico. Todos os comerciantes alegaram que a carne não é passível de transmitir doença, além de garantir que tem fiscalização da vigilância sanitária e 83,33 % já participaram de algum curso/palestra sobre Boas Práticas de Fabricaçãoe 100 % afirmar ter conhecimento sobre Boas Práticas de Fabricação.

Tais dados mostram que grande parcela dos comerciantes acredita que a carne in natura é um produto que não transmite nenhuma patologia quando não é manuseada corretamente, o que infere nos hábitos comportamentais e de higiene, visto que muitos deles não estavam em conformidade com as Boas Práticas de Fabricação. Além disso, apesar da maioria afirmar que há fiscalização da vigilância sanitária, a mesma é feita de forma ineficiente e deficitária, uma vez que tanto a forma como a carne é manipulada quanto o ambiente, equipamentos, utensílios e manipuladores não estavam em concordância com a legislação vigente e com as Boas Práticas de Fabricação.

Segundo Almeida *et al.* (2011), ao estudar as condições higiênico-sanitárias da

comercialização de carnes em feiras livres de Paranatama-PE, 66,7 % dos comerciantes entrevistados compreendiam que manipulando a carne poderiam transmitir algum microrganismo, entretanto, não adotam as ínfimas condições de higiene para evitar. Tal fato comprovou o despreparo e falta de orientação dos mesmos.

Em relação à entrevista realizada com os consumidores no bairro 2, 55 % dos entrevistados eram do sexo feminino e 45 % do sexo masculino, 40 % das pessoas disseram ir à feira por motivos diversos tais como “observar o movimento”, “conversar com amigos”, dentre outros. 70 % afirmam comprar com mais frequência a carne bovina, 50 % consomem carne todos os dias, porém 55 % alegam não saber a procedência da mesma. Em relação à higiene da feira, 60 % acham regular, 75 % afirmam que a carne pode transmitir doença, porém 65 % dos mesmos assumem “não saber” quais as patologias que podemser veiculadas. No tocante a forma como a carne é comercializada, 85 % não aprovam e 80 % confirmamque observam características da carne no ato da compra e 70 % alegam que não sabe se há fiscalização da vigilância sanitária no local.

Para os consumidores do bairro 1, 53,33 % destes eram do sexo feminino e 46,67 % do sexo masculino, 53,33 % vão a feira por outros motivos semelhantes aos proferidos por aqueles que foram entrevistados no bairro 2, 73,33 % consomem preferencialmente a carne bovina, 40 % responderam que comem carne todos os dias e 76,67 % afirmaram saber a procedência desse tipo de produto. Em relação a estrutura da feira livre, 60 % consideram boa, 76,67 % acreditam que a carne é passível de transmitir

doenças, entretanto, 40 % destes não sabem que tipo de patologias são essas. No que diz respeito a forma como a carne é vendida, 76,67 % consideram adequada, e 93,33 % observam características dessamatéria-prima antes de compra-la. Por fim, 70 % dos entrevistados alegaram que a carne é fiscalizada pela vigilância sanitária.

Para grande parte dos consumidores, a feira livre é um local que, além de comprar alimentos, serve para encontrar amigos e passear. De acordo com Dolzani e Jesus (2004, apud ALMEIDA *et al.,* 2011), a feira não representa somente como um local de compra e venda, mas também de encontros e lazer, troca de informações, discussões políticas ou de diversão.

Na tabela 02, estão as respostas dos consumidores dos bairros 1 e 2 das feiras livres analisadas nesse presente trabalho.

Tabela 02 – Resultados obtidos dos questionários aplicados aos consumidores das feiras livres dos bairros 1 e 2, do município de Barreiras – Bahia, 2018.

BAIRRO 1	BAIRRO 2
73,33 % consomem preferencialmente a carne bovina	70 % afirmam comprar com mais frequência a carne bovina
76,67 % sabem a procedência desse tipo de produto	55 % alegam não saber a procedência da mesma
Em relação a estrutura da feira livre, 60 % consideram boa	Em relação à higiene da feira, 60 % acham regular
76,67 % acreditam que a carne é passível de transmitir doenças, entretanto, 40 % destes não sabem que tipo de patologias são essas	75 % afirmam que a carne pode transmitir doença, porém 65 % dos mesmos assumem "não saber" quais as patologias que podem ser veiculadas.
No que diz respeito a forma como a carne é vendida, 76,67 % consideram adequada	Em relação a forma como a carne é comercializada, 85 % não aprovam
70 % dos entrevistados alegaram que a carne é fiscalizada pela vigilância sanitária	70 % alegam que não sabe se há fiscalização da vigilância sanitária no local.

Fonte: Os autores (2020).

Uma quantidade considerável dos consumidores não sabe a origem da carne, além de afirmar que ela pode transmitir doenças, porém desconhece quais são essas patologias veiculadas. Esses resultados demonstram a falta de informação dos entrevistados, que poderia ser resolvida com maiores esclarecimentos nas mídias sociais. Diniz *et al*. (2013) ao verificar os aspectos higiênico- sanitários defeiras livres em cinco municípios da microrregião de Garanhuns, PE concluíram que 60,4 % dos entrevistados afirmaram não ter contaminação da carne mediante a manipulação e adjunto a este fato,para 61,5 % dos comerciantes, apresentar a carne em ganchos, sem refrigeração e exposta ao ar livre é apropriada.

3.2 Análises físico-químicas e microbiológicas

Os resultados dos parâmetros de temperatura, umidade, pH e atividade de água (Aa) das amostras de carnes bovina coletadas nas feiras livres do município de Barreiras – BA, 2018, estão representados na Tabela 03.

Conforme a legislação, o armazenamento e entrega nos estabelecimentos varejistas devem obedecer a condições que garantam a manutenção em temperatura não superior a 7˚C, no centro de musculatura da peça de carne (BRASIL, 1996).

Tabela 03 – Valores médios das análises de temperatura, umidade, pH e atividade de água (Aa) das amostras de carne coletadas nas feiras livres do município de Barreiras – BA.

Amostras	Parâmetros Físico-químicos			
	Temperatura (ºC)	**pH**	**Umidade (%)**	**Atividade de água (Aa)**
A	-2,1[a]	5,52 [a]	66,26 [a]	0,995 [a]
B	2,9 [a]	5,52 [a]	67,55 [a]	0,981 [a]
C	2,4 [a]	5,59 [a]	67,07 [a]	0,991 [a]
D	23,7 [b]	5,72 [b]	74,87 [b]	0,992 [a]
E	24,7 [b]	5,55 [a]	70,53 [c]	0,987 [a]
F	24,2 [b]	6,2 [c]	57,86 [d]	0,995 [a]

Amostras (A, B e C) da feira livre do bairro 1 e amostras (D, E e F) da feira livre do bairro 2. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem ($p<0,05$) entre si pelo teste F.
Fonte: Os autores (2020).

Observa-se na tabela 03 que a temperatura média das amostras D, E e F, do bairro 2, diferem estatisticamente das amostras do bairro 1 ($P < 0,05$) e não estão em conformidade com a legislação vigente, com valores muito acima do estabelecido para a conservação da carne, favorecendo a proliferação microbiana. As amostras de carne da feira livre do bairro 2, eram comercializadas em temperatura ambiente, por isso os valores tão altos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira *et al.* (2010), em feiras livres de municípios da Zona da Mata na região Norte-PE, em que as carnes eram comercializadas em temperatura ambiente. Isso mostra que nas feiras livres continua sendo permitida a venda de produtos perecíveis, como a carne, em temperatura ambiente (BARROS; VIOLANTE, 2014; SALES, *et al.*, 2014).

Silva (2015), ao analisar as condições higiênico-sanitária da carne bovina in natura comercializada na feira livre de Jiquiriçá-BA, percebeu que todas as amostras estavam com temperatura interna acima de 20ºC.

Segundo Pardi *et al.* (2001), a temperatura é o parâmetro externo que mais interfere no crescimento de micro-organismos. Geralmente, quanto maior for a temperatura, mais rápida será a velocidade do crescimento, mesmo que há faixas específicas do ótimo desenvolvimento para cada microrganismo ou grupo deles.

Para os valores de pH também houve diferença significativa ($P < 0,05$). A amostra F, apresentouo maior valor 6,2. De acordo com tabela 03, todas as amostras estavam dentro da faixa de pH para carne vermelha que é de 6,2 a 5,4 (FORSYTHE, 2013).

O pH tem um papel determinante na qualidade da carne, pois influencia muitas outras características, como a cor, capacidade de retenção de água, textura,

suculência e estabilidade microbiológica (PARDI *et al.*, 2001).

Ao verificar a qualidade higiênico-sanitária e microbiológica da carne bovina comercializa em Areia-PB, Nogueira *et al.* (2011) encontraram um total de 62,5 % das amostras com pH acima de 6,4.

Em relação a atividade de água (Aa), não houve diferença (p>0,05), os valores variaram de 0,981 a 0,995. De acordo com Franco & Landgraf (1996), a carne fresca tem atividade de água superior a 0.95.

A atividade de água superior a 0,83 admite o crescimento de grande quantidade de micro-organismos, tanto deterioradores como os patogênicos geradores de contaminações alimentares (Salmonella sp., Clostridium perfringens e Vibrio parahaemolyticus) e intoxicações (Bacillus cereus, Staphylococcus aureus e Clostridium botulinum) (LEITÃO, 1994).

Conforme observa-se na tabela 03, o teor de umidade da carne bovina in natura variou de 57,86 a 74,87 % (P < 0,05). As amostras D e F, apresentaram os maiores valores.

Resultados semelhantes a esse trabalho foi observado por Velho *et al.* (2015) ao analisar qualitativamente a carne bovina fresca comercializada supermercados e mercados públicos de Mossoró-RN. Os autores afirmaram que os maiores valores de umidade foram obtidos para as carnes dos supermercados, que permaneciam sob refrigeração, em relação as carnes dos mercados públicos, que estavam expostas por longos períodos em temperatura ambiente. Os valores de umidade encontrados pelos autores, variaram entre 66,06 % e 73,07 % e percebe-se que, com exceção da amostra F, esses resultados estão em concordância com os que foram obtidos no presente trabalho.

Os resultados obtidos para análises microbiológicas das amostras de carnes bovina coletadas nas feiras livres do município de Barreiras – BA, estão apresentados na Tabela 04.

Ainda que a Legislação Brasileira não mencione padrões para definir a forma de contaminação de carnes e produtos cárneos por bactérias aeróbias mesófilas, Silva (1995) demonstra em sua obra quese um alimento que possua elevada contagem desses micro-organismos (105 – 106 UFC/g) representa graves riscos para quem os consuma, além de ter suas características nutricionais e sensoriais comprometidas. No presente trabalho, com exceção da amostra A, as demais carnes apresentaram acima deste valor.

Tabela 04 – Valores médios das análises microbiológicas das amostras de carne coletadas nas feiras livres do município de Barreiras – BA.

Parâmetros Microbiológicos				
Amostras	**Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)**	**Psicrotróficos (UFC/g)**	**Coliformes totais(NMP/g)**	**Coliformes termotolerantes (NMP/g)**
A	$8,10 \times 10^3$	$5,60 \times 10^7$	$4,30 \times 10^2$	$4,30 \times 10^2$
B	$1,24 \times 10^6$	$1,90 \times 10^8$	$>1,10 \times 10^4$	$9,30 \times 10^2$
C	$1,12 \times 10^7$	$5,80 \times 10^7$	$>1,10 \times 10^4$	$1,10 \times 10^4$
D	$1,04 \times 10^7$	$1,60 \times 10^6$	$>1,10 \times 10^4$	$>1,10 \times 10^4$
E	$8,80 \times 10^6$	$1,45 \times 10^6$	$>1,10 \times 10^4$	$1,10 \times 10^4$
F	$9,00 \times 10^6$	$3,00 \times 10^7$	$>1,10 \times 10^4$	$>1,10 \times 10^4$

Amostras (A, B e C) da feira livre do bairro 1 e amostras (D, E e F) da feira livre do bairro 2.
Fonte: Própria (2020).

As bactérias aeróbias mesófilas fornecem uma estimativa do total da população microbiana, indicam exposição à contaminação ambiental, além de permanência prolongada em temperatura inadequada. A multiplicação dessas bactérias pode ser inibida por estocagem em adequadas condições de temperatura (BASTOS, 2008).

Nogueira *et al.* (2011) ao verificar a qualidade higiênico-sanitária e microbiológica da carne bovina comercializada no município de Areia-PB encontraram valores entre 0,77 x 105 e 1,62 x 106 UFC/g de bactérias mesófilas para oito amostras avaliadas. Ao averiguar o perfil da qualidade higiênico-sanitária da carne bovina comercializada em feiras livres e mercados públicos de João Pessoa-PB, Lundgren *et al.* (2009) constaram que apenas duas das dez amostras analisadas apresentaram contagem abaixo de 105 UFC/g.

A Legislação Brasileira também não estabelece padrões para bactérias psicrotróficas. Entretanto, é de suma importância realizar essa análise para quantificar esse tipo de microrganismo, que cresce em temperaturas de refrigeração e avaliar o estado de deterioração da carne fresca.

Conforme observado na tabela 04, verifica-se que a quantidade numericamente de micro-organismos psicrotróficos das amostras A, B e C, oriundas do bairro 1, são maiores que as amostras D, E e F, provenientes do bairro 2. De acordo com Franco & Landgraf (1996), os micro-organismos do tipo psicrotróficos são aqueles capazes de se multiplicar em temperaturas consideradas de refrigeração (0-7ºC). Como as carnes do bairro 1 estavam refrigeradas, houve maior crescimento de psicrotróficos do que

as amostras adquiridas no bairro 2.

Tal fato demonstra que apesar das carnes do bairro 1 serem mantidas em temperaturas de refrigeração, as mesmas podem ter sido manipuladas de forma inadequada, ocasionando contaminação desse tipo de microrganismo. A elevada contagem desses micro-organismos influencia diretamente na vida de prateleira dessas carnes, pois mesmo mantidas sob refrigeração, as carnes com elevadas contagens de psicrotróficos deterioram-se mais rapidamente (PRADO *et al.*, 1998).

Os coliformes totais indicam condições higiênicas do processo, sendo que elevada contagem significa contaminação na matéria-prima, limpeza e sanitização deficientes ou multiplicação durante o processamento ou estocagem. Já os coliformes termotolerantes são micro-organismos indicadores de contaminação fecal, ou seja, de condições higiênico-sanitárias, visto que a população deste grupo (E. coli) tem o habitat exclusivo no trato intestinal do homem e de outros animais (SIQUEIRA, 1995). De acordo com a tabela 04 que nas amostras C, D, E e F a contagem de coliformes termotolerantes esteve acima dos valores estipulados pela legislação brasileira (BRASIL, 2001), que limita em 104 NMP/g coliformes a 45 °C para carnes resfriadas, ou congeladas, "in natura", de bovinos. No que se refere aoscoliformes totais, não há quantidade estabelecida pela legislação, entretanto, com exceção da amostra A, todas as outras excederam o valor de 104 NMP/g.

As precárias condições higiênico-sanitárias durante a manipulação e comercialização das carnes nas feiras livres são fatores que propiciam a contaminação e multiplicação de micro-organismos causadores de DTAs (ALMEIDA; PENA, 2011; NICOLAU *et al.,* 2014). No presente estudo, os boxesD, E e F que ficam localizados na feira livre 2, apresentaram os maiores valores de coliformes termotolerantes nas amostras de carnes analisadas. Estes boxes apresentaram baixos percentuais de conformidade dos itens avaliados (34,48 %, 55,17 % e 31,03 % respectivamente) mostrando que precárias condições higiênico-sanitárias identificadas com a aplicação do check list evidenciam os resultados obtidos com a análise microbiológica.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nesse trabalho, através da aplicação do check-

list, pode-se observar que as feiras livres de Barreiras-BA possuem condições higiênico-sanitárias deficientes, contribuindo para a contaminação da carne in natura. Grande parte dos consumidores reconhece que acarne é vendida e manipulada de forma precária, além de demonstrarem o desconhecimento em relação às patologias que podem ser transmitidas por essa matéria-prima.

As altas contagens de bactérias aeróbias mesófilas, psicrotróficos, coliformes totais e termotolerantes obtidas nesse estudo pode ser atribuída a carência de Boas Práticas de Manipulação por parte dos comerciantes nas barracas das feiras livres.

Sugere-se que tenha uma conscientização e capacitação aos feirantes, pelo Órgão de Vigilância Sanitária ou similares, sobre a importância da higiene na manipulação, assim como das formas adequadas de exposição e conservação da carne in natura em feiras livres, tendo em vista que a maioriados surtos ocorre pela falta ou pouco conhecimento dos manipuladores em relação às consequências da manipulação inadequada.

Estas medidas poderão permitir aos consumidores a disponibilidade de produtos de qualidade, além de aumentar o tempo de estoque dos produtos.

AGRADECIMENTOS

“Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPGI) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia por seu apoio financeiro.”

REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, 2000. v. 2.

ALMEIDA, R.B.et al. Condições higiênico-sanitárias da comercialização de carnes em feiras livres deParanatama-PE. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.22, n.4, p.585-592, 2011. Disponível em: http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/1717/1157. Acesso em 06 out. 2020.

ALMEIDA, M. D.; PENA, P. G. L. Feira livre e risco de contaminação alimentar: estudo de abordagem etnográfica em Santo Amaro, Bahia. Revista Baiana de Saúde Pública, v.35, n.1, p.110- 127, 2011. Disponível em: http://www.rbsp.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/1021. Acesso em 06 out. 2020. doi: https://doi.org/10.22278/2318-2660.2011.v35.n1.a1021.

BARROS, L.S.S.; VIOLANTE, P.C. Microbiologia da carne bovina “in natura” comercializada nas feiras livres do recôncavo baiano. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, Fortaleza, v. 08, n. 3, p. 185-197, 2014. Disponível em: http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/187/2020. Acesso em 06out. 2020.

BASTOS, M. do S. R., (Org.). Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical e Banco do Nordeste, 2008.

BRASIL. Portaria n° 01, de 07 de outubro de 1981. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes: métodos físicos e químicos. Diário Oficial da União1981.

BRASIL. Portaria n°304 de 22/04/1996. Dispôe sobre embalagem, estocagem, distribuição e comercialização nos estabelecimentos de abate de bovinos, bubalinos e suínos. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Diário Oficial da República. 1996. Disponível em: http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/178_GED.pdf. Acesso em 10 out. 2020.

BRASIL. RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos.Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2001. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html. Acesso em 10 out. 2020.

BRASIL. Resolução de diretoria colegiada – RDC Nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricaçãoem Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Agência Nacional de VigilânciaSanitária

(ANVISA). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2002. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/anexos/anexo_res0275_21_10_2002_rep.pdf. Acesso em 10 out. 2020.

BRASIL. Resolução RDC n. 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2004. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html. Acesso em 10 out.2020.

DINIZ, W.J.S. *et al.* ASPECTOS HIGIÊNICOS DA COMERCIALIZAÇÃO DE CARNES EM FEIRAS LIVRES: A PERCEPÇÃO DO COMERCIANTE. Acta Veterinaria Brasilica, v.7, n.4, p.294-299, 2013. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/download/3431/5294/. Acesso em 07 out. 2020.

FERREIRA, F.R.B. *et al.* Condições higiênico-sanitárias das carnes comercializadas em feiras livres de municípios da zona da mata norte-PE. 2010. In: X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE,10. Anais...2010.

FORSYTHE, Stephen J. Microbiologia da segurança dos alimentos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo, Editora Atheneu,1997.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. 2 ed. São Paulo: Varela. 2003.

LEITÃO M. F. F. Controle microbiológico da qualidade no processamento industrial de bovinos.Ciência e tecnologia da carne/Instituto de Tecnologia e Alimentos, Campinas, Editora ITAL, 1994.

LUNDGREN, P. U. *et al.* PERFIL DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DA CARNE BOVINA COMERCIALIZADA EM FEIRAS LIVRES E MERCADOS PÚBLICOS DE JOÃO PESSOA/PB-BRASIL Alimentos e Nutrição, v.20, n. 1, 2009. Disponível em: http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/953/780. Acesso em 06 out. 2020.

NICOLAU, E.S. *et al.* Avaliação microbiológica de tortas doces comercializadas em feiras especiais da cidade de Goiânia-GO. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 1, p. 303-316, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p303

NOGUEIRA, M. S. *et al.* QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA E MICROBIOLÓGICA DACARNE BOVINA COMERCIALIZADA NO MUNICÍPIO DE AREIA-PB. Agropecuária Técnica, v. 32, 2011. Disponível em: http://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/download/10074/5776. Acesso em 09 out. 2020.

PARDI, M. C. *et al.* Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação. Goiânia: UFG, 2001.

PRADO C. S. *et al.* Qualidade microbiológica da carne homogeneizada comercializada em um hipermercado de Goiânia (GO). Pesquisa Agropecuária Tropical, v.28, n.1, 1998. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2979/3025. Acesso em 07 out. 2020.

RIBEIRO, C.S.; FRAVET, F.F.M. Boas práticas para aquisição, manipulação e armazenamento de alimentos em cozinhas residenciais. Cadernos de pós-graduação da FAZU, Uberaba, v. 1, 2010. Disponível em: http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/326/232. Acesso em 07 out. 2020

SILVA, A.S. Condições higienicossanitárias da carne bovina in natura comercializada na feira livre domunicípio de jiquiriçá e o uso de quitosana como antimicrobiano natural. Dissertação de Mestrado (Microbiologia Agrícola), Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola,UFRB, Cruz das Almas, 2015.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo: Varela, 2ed, 2001.

SILVA, J. A. Extensão da vida de prateleira da carne bovina pela utilização de sanitizantes físicos e químicos. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SIQUEIRA, R.S. Manual de microbiologia de alimentos. EMBRAPA, SPL, Rio de Janeiro, EMBRAPA CTAA, 1995.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel, 1988.

VELHO, A. L. M. C. DE S. *et al.* AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA CARNE BOVINA IN NATURA COMERCIALIZADO EM MOSSORÓ-RN. Acta Veterinaria Brasilica, v. 9, 2015. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/5329. Acesso em 08 out. 2020.

CAPÍTULO 05

APROVEITAMENTO DAS FOLHAS DE ANNONA MUCOSA

Heriberto Rodrigues Bitencourt
Doutor em Química pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 – Bairro: Guamá, Belém-PA. CEP: 66.075-110
E-mail: eriberto@ufpa.br

Heriberto da Costa Bitencourt
Aluno do Ensino Médio da Escola de Aplicação da UFPA
Instituição: Escola de Aplicação da UFPA
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 – Bairro: Guamá, Belém-PA. CEP: 66.075-110
E-mail: hqcosta15@gmail.com

Andrey Moacir do Rosário Marinho
Doutor em Química Orgânica pela Universidade Federal de São Carlos
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém/PA, Brasil. CEP: 66.075-110
E-mail: andrey@ufpa.br

Antônio Pedro da Silva Souza Filho
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental
Endereço: Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N. CEP: 66.085-100
E-mail: antonio-pedro.filho@embrapa.br

José Ciríaco Pinheiro
Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo
Instituição: Universidade Federal do Pará
Laboratório de Química Teórica e Computacional, Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Correa, 1, Guamá. CEP: 66.075-110
E-mail: ciriaco@ufpa.br

Maria das Graças Cardoso Tavares
Esp. Medicamentos - Melhoramentos de Fitoterápicos Tradicionais - Univ. Federal do Pará
Instituição: Secretaria Municipal de Saúde de Acará- Pará.
Endereço: Av Fernando Guilhon s/n. Bairro: Centro. CEP: 68.690-000
E-mail: gracacard42@gmail.com

Ossalin de Almeida
Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia - Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém–PA, Brasil. CEP: 66.075-110
E-mail: ossalin@gmail.com

Rômulo Augusto Feio Farias
Mestre em Farmacologia pela Universidade Federal do Ceará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém/PA, Brasil. CEP: 66.075-110
E-mail: raff@ufpa.br

RESUMO: O biribazeiro (Annona mucosa) é uma planta frutífera da região amazônica, apreciada pelo seu fruto, o biribá, sendo bastante estudada devido aos seus componentes químicos. Neste trabalho, as folhas foram submetidas a extração hexanica, para a obtenção do extrato hexanico alcaloídico, visando a sua caracterização via CLAE e Espectrometria de massas, dando como resultado a presença do alcaloide do tipo aporfínico, anonaina.

PALAVRAS-CHAVE: Alcaloide; Anonaina; Aporfina.

ABSTRACT: The biribazeiro (Annona mucosa) is a fruitful plant from the Amazon region, appreciated for its fruit, the biribá, and has been extensively studied due to its chemical components. In this work, the leaves were subjected to hexane extraction, to obtain the alkaloid hexane extract, aiming at its characterization via HPLC and Mass Spectrometry, resulting in the presence of the aporphine alkaloid, anonaine.

KEY-WORDS: Alkaloid; Anonaine; Aporphine.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é bastante conhecida por vários fatores, dentre eles devido a sua grande biodiversidade que é reconhecida mundialmente. As plantas são um dos componentes que possuem o maior apelo dentro e fora da nossa região. Sendo as anonaceas uma das famílias vegetais mais antigas e que será abordada aqui.

As anonaceas são formadas por vários gêneros, entre eles pode-se destacar os gêneros, *Annona, Duguetia*, *Guatteria*, *Rollinia* e *Xylopia*. Em nossa região, Estado do Pará (Brasil) principalmente na zona rural e na capital Belém, podem ser encontradas as espécies como a fruta do Conde (ata), o biribá, e a graviola, elas são comumente utilizadas para fazer sucos, sorvetes (graviola), entre outras utilidades (Figura 1).

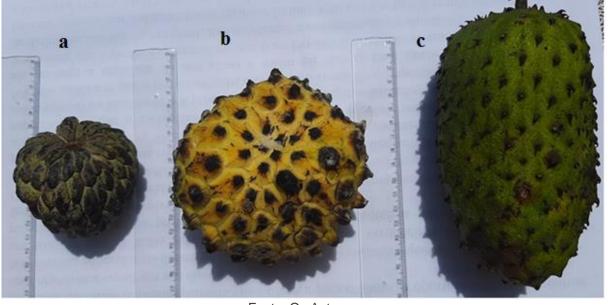



Figura 1 - Frutos de Anonaceas, **a**: ata,**b**: biribá e **c**: graviola.

Fonte: Os Autores.

O biribazeiro, cientificamente chamado de *Annona mucosa (Rollinia mucosa)*, é uma árvore originária do ocidente da Amazônia e da Mata Atlântica pluvial (do Rio de Janeiro a Pernambuco), bastante apreciada pelo seu fruto, o biribá (Figura 2). A espécie em questão pertence a família das Annonaceae (LEBOEUF *et al.*, 1982) e possui vários sinônimos, como *Rollinia deliciosa* Saff.; *Rollinia sieberi* A. DC (FALCÃO *et al.,* 1981) e *Annona hypoglauce* (RINALDI *et al.*, 2017), entre outros.

Figura 2 - Fruto do biribazeiro, biribá.

Fonte: Os Autores.

Estudos fitoquímicos dessa espécie constataram a presença de substâncias químicas de grande interesse, como as acetogeninas e os alcaloides, principalmente. As acetogeninas, que geralmente apresentam dois anéis tetraidrofurânicos em suas estruturas, possuem uma gama de atividade, como a atividade citotóxica *in vitro* contra células cancerígenas, de leucemia, câncer do colo do útero, melanoma, câncer de ovário, câncer renal, como é o caso da rollinicina (Figura 3), isolada de *Rolliniapa pilionella* (DABRAH e SNEDEN, 1984), que apresentou atividade citotóxica in vivo contra células de leucemia linfocítica P-388 de camundongos. Várias acetogeninas foram isoladas de R. mucosa, a rolliniastatina, isolada do extrato hexânico das sementes (PETTIT *et al.,* 1987). A Desacetil-uvaricina, com atividade anticâncer hepático pela restauração da P53 (VINCENT e LOS, 2011). A rollitacina, rollinacina e javoricina ativa contra linhas de tumores sólidos (SHI; MACDOUGAL; MCLAUGHLIN, 1997) e as acetogeninas mono-Tetraidrofuranicas, rollinecina A e B (SHI *et al.,* 1996). Essas substâncias provavelmente atuam pela depleção dos níveis de ATP via inibição do complexo I de mitocôndrias e inibição da NADH oxidase de membranas plasmáticas de células tumorais (ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999).

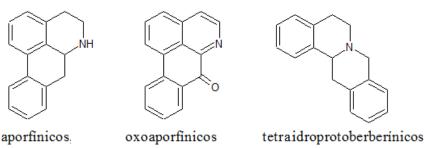
Figura 3 - Fórmula estrutural de acetogeninas.

rollinicina

rollinastatina

Fonte: Os Autores.

Com relação aos alcaloides podem ser citados os do tipo aporfínicos, oxoaporfínicos e os tetraidroprotoberberínicos (Figura 4) (GOTTLIEB *et al.*, 1978), que apresentam atividades antimicrobiológicas, anticancerígenas (WARTHEN; GOODEN; JACOBSON, 1969), antifúngicas e atividade leishmanicida (DE LIMA *et al.*, 2012), entre outras.

Figura 4 - Estrutura química geral dos alcaloides aporfínicos, oxoaporfínicos e tretahidroprotoberberínicos.

Fonte: Os Autores.

Foram isolados de *R. mucosa*, os alcaloides anonaina, palidina, liriodenina (Figura 5), atherospermidina, actinodafinina, isoboldina e nornuciferina (RINALDI *et al.,* 2017), lanoguinosina, N-formil-anonaina (CAETANO e DADOUN, 1987), romucosine (KUO *et al.,* 2004) um alcaloide com um grupo *N*-(metoxicarbonila), glaucina, purpureina, oxoglaucina, oxopurpureina, berberina, e tetrahidroberberina (CHEN; CHANG; WU, 1996). Atividade leishmanicida dos extratos das folhas e sementes e do alcaloide oxoaporfínico liriodenina (TAYLOR, 1961) foram avaliadas *in vitro* contra formas promastigotas de três espécies de *Leishmania*, e formas

amastigotas intracelulares de *Leishmania amazonenses* dando resultado positivo. A atividade citotóxica foi avaliada contra macrófagos peritoneais de camundongos (DE LIMA *et al.,* 2012). Outras substâncias são reportadas a *R. mucosa*, como lignanas (ESTRADA-REYES *et al.,* 2002), yangambina, magnolina, eudesmina e membrina (CHEN; CHANG; WU, 1996).

Figura 5 - Estrutura química da anonaina, palidina, liriodenina e romucosina

anonaina palidina liriodenina romucosina

Fonte: Os Autores.

Levando em consideração que existem plantações dessas espécies *Annona muricata* (graviola; BITENCOURT *et al.,* 2020), *Annona mucosa* (biribá) e *Annona squamosa* (fruta-do-Conde) para venda de frutos; que há a presença de substâncias de interesse científico nessas espécies vegetais, para a busca de novos medicamentos; que a disciplina de Química Orgânica Experimental faz uso de métodos de extração; pode ser proposto a viabilidade de aproveitamento das folhas dessas plantas, uma vez que a planta é de porte médio e as folhas são descartadas, mas renováveis. Devido a isso foi feito o estudo do extrato alcaloídico hexanico das folhas dessa espécie, *Annona mucosa* (biribá) e sua análise utilizando CLAE, visando o seu aproveitamento futuro.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Equipamentos utilizados

Espectrômetro de massas Waters Acquity TQD e Cromatógrafo da linha Alliance e 2695 (Waters) (Pós-Graduação em Química/UFPA).

2.2 Reagentes e soluções

Os reagentes utilizados foram das marcas Aldrich, Vetec ou Nuclear, todos PA.

2.3 Procedimento cromatográfico por clae/dad

O desenvolvimento do método cromatográfico para análise do extrato alcaloídico foi realizado em cromatógrafo da linha Alliance e2695 (Waters), com um sistema de bomba quaternário e injetor automático acoplado a um detector de UV/Vis com arranjo de diodo abrangendo a faixa de comprimento de onda de 210 – 600 nm. A fase estacionária foi uma coluna de fase reversa Sunfire C18 (150 x 4,6 mm, 5µm), com coluna de guarda Sunfire C18 (20 mm x 4,6 mm, 0,5 µm) e fluxo de 1mL/min em forno termostático a 40ºC. O extrato hexanico alcaloídico das folhas foi eluído em metanol grau HPLC (Jt Baker®) e posteriormente filtrado em membranas filtrantes de nylon com poros de 0,45 µm, da marca Millipore (Tullagreen, Carrigtwohill, Irlanda). A fase móvel constituiu-se de uma mistura binária de água ultra pura (GEHAKA) e MeOH filtrado, em gradiente exploratório linear de eluíção na proporção do método de H_2O-MeOH 90:10 a 0:100 de B em 60 min. A amostra foi injetada com um volume de 20 µL.

2.4 Obtenção do extrato alcaloídico

Coleta: foram coletadas folhas verdes de planta oriunda de plantação da cidade de Belém-PA. As folhas foram secas (41,5g) em local arejado ao abrigo da luz à temperatura de 40ºC e a pressão ambiente durante 7 dias. Posteriormente, foram triturados a fragmentos pequenos.

Preparação do Extrato Hexanico das Folhas: o extrato foi obtido a partir do material botânico triturado e seco (41,5g), que foi colocado em um recipiente de vidro com tampa e encoberto com hexano PA, durante 48hs. A solução hexanica obtida, foi filtrada e evaporada, fornecendo um resíduo (resíduo 1) semi-sólido de massa igual à 12,1g (29,0 %).

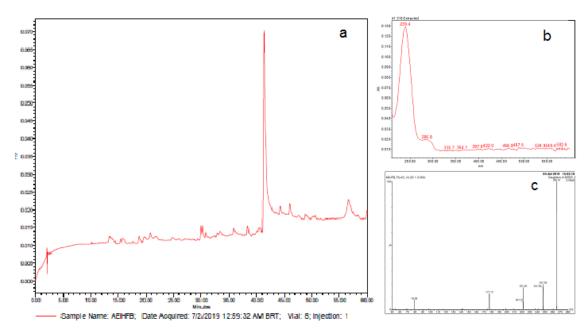
Preparação do Extrato Alcaloídico das Folhas: o resíduo 1 (12,1g), obtido da solução hexanica foi dissolvido em CH_2Cl_2 PA e submetido a partição em ampola de decantação de 250 mL, com solução de ácido cítrico 5 %, três vezes, para obtenção

da solução ácida, com os alcaloides. A solução diclorometanica foi lavada com água destilada (3 vezes) e secada com Na_2SO_4 anidro, filtrada e evaporada, fornecendo um resíduo (resíduo 2) de massa igual à 0,5g, não alcaloídico. A solução ácida coletada, foi basificada com NH_4OH PA e submetida a extração novamente com CH_2Cl_2 PA em ampola de decantação de 250 mL, três vezes, para obtenção da solução diclorometanica contendo os alcaloides. Essa solução diclorometanica foi lavada com água destilada (3 vezes) e secada com Na_2SO_4 anidro, filtrada e evaporada, fornecendo o extrato hexanico alcaloídico de massa igual à 0,1g.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O extrato hexanicoalcaloídico das folhas de biribá (EHAFB) obtido foi analisado via cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE; Figura 6a) e foi verificada a presença de um pico intenso com uma absorção na região do ultravioleta de λ 239 nm (Figura 6b). Indicando tratar-se de um sistema insaturado do tipo aporfínico (SHAMMA, 1972).

O espectro de massas do extrato alcaloídico, indicou a presença de um fragmento com m/z igual a 265,3. Com base nessas informações e verificando a literatura, pode-se propor que o alcaloide em questão é a anonaina (mm 265g/mol; $C_{17}H_{15}NO_2$; figura 6c) sendo bastante comum nesse gênero (EGYDIO-BRANDÃO *et al.,* 2017). Pelo espectro de massas pode-se então verificar os demais fragmentos relativos aos íons negativos obtidos pela quebra da molécula neste tipo de método.

Figura 6 - Cromatograma do Extrato alcaloídico (esquerda; a), espectro no ultravioleta de anonaina (superior a direita; b) e espectro de massas de anonaina (inferior a direita; c).

Fonte: Os Autores.

4. CONCLUSÃO

O método de análise por CLAE em questão, demonstrou ser bastante eficiente, pelos dados obtidos, sem a necessidade de se fazer colunas de cromatografia clássica, bem como a espectrometria de massas, devido proporcionar a massa molar e os fragmentos da substância presente, indicando tratar-se do alcaloide anonaina, substância já relatada na literatura para está espécie, com isso pode-se utilizar as folhas como fonte desse alcaloide, ou para outras finalidades.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará e a EMBRAPA- Amazônia Oriental.

REFERÊNCIAS

-ALALI, F. Q.; LIU, X.-X.; MCLAUGHLIN, J. L. Annonaceous Acetogenins: Recent Progress. J. Nat. Prod. v. 62, n. 3, p. 504-540, 1999.

-BITENCOURT, H. R.; DOS ANJOS, M. L.; SOUZA FILHO, A. P. S.; ALMEIDA, L. L.; MARINHO, P. S. B.; MARINHO, A. M. R.; RODRIGUES, S. M. S.; PINA, J. R. S.; PINHEIRO, J. C. Análise por HPLC e Espectrometria de Massas do Extrato Alcaloídico Hexânico das Folhas de *Annona muricata.* Braz. Ap. Sci. Rev. v. 4, n. 3, p.1720-1729, 2020.

-CAETANO, L. C. e DADOUN, H. Pallidine and Aporphinoid Alkaloids from Rollinia mucosa. J. Nat. Prod. v. 50, n. 2, p. 330, 1987.

-CHEN, Y.-Y.; CHANG, F.-R.; WU, Y.-C. Isoquinoline Alkaloids and Lignans from Rollinia mucosa. J. Nat. Prod. v. 59, n. 9, p. 904–906, 1996.

-DABRAH, T. T. and SNEDEN, A. T. Rollinicin and Isorollinicin: cytotoxic acetogenins from Rollinia Papiolionella. Phyto. v. 23, n. 9, p. 2013-2016, 1984.

-DE LIMA, J. P. S.; PINHEIRO, M. L. B.; SANTOS, A. M. G.; PEREIRA, J. L. S.; SANTOS, D. M. F.; BARISON, A.; SILVA-JARDIM, I.; COSTA, E. V. In Vitro Atileishmanial and Cytotoxic Activities of Annona mucosa (Annonaceae). Rev. Virtual Quim, v. 4, n. 6, p. 692-702, 2012.

-EGYDIO-BRANDÃO, A. P. M.; NOVAES, P.; DOS SANTOS, D. Y. A. C. Alkaloids from Annona: Review from 2005 to 2016. JSM Biochem Mol Biol. v. 4, n. 3, p. 1031, 2017.

-ESTRADA-REYES, R.; ALVAREZ, A. L.; LÓPEZ-RUBALCAVA, C.; ROCHA, L.; HEINZE, G.; MORENO, J.; MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, M. Lignans from leaves of Rollinia mucosa. Z Naturforsch C J Biosci. v. 57, n. 1-2, p. 29-32, 2002.

-FALCÃO, M. A.; LLERAS, E.; KERR, W. E.; CARREIRA, L. M. M. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do biribá (Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.). Acta Amazonica. v. 11, n. 2, p. 297-306, 1981.

-GOTTLIEB, O. T.; MAGALHÃES, A. F.; MAGALHÃES, E. G.; MAIA, J. G. S.; MARSAIOLI, A. J. Oxoaporphine Akaloids from Duguetia eximia. Phyto. v. 17, p. 837-838, 1978.

-KUO, R.-Y.; CHEN, C.-Y.; LIN, A.-S.; CHANG, F.-R.; WU, Y.-C. A New Phenanthrene Alkaloid, Romucosine I, form Rollinia mucosa Baill. Z. Naturforsch. v. 59b, p. 334 – 336, 2004.

-LEBOEUF, M.; CAVÉ, A.; BHAUMIK, P. K.; MUKHERJEE, B. M.; MUKHERJEE, R. The Phytochemistry of the Annonaceae. Phyto. v. 21, n. 12, p. 2783-2813, 1982.

-PETTIT, G. R.; CRAGG, G. M.; POLONSKY, J.; HRALD, D. L.; GOSWAMI, A.; SMITH, C. R.; MORETTI, C.; SHMIDT, J. M.; WESLEDER, D. Isolations and

structure of rolliniastatin 1 from the South American tree Rollinia mucosa. Can. J. Chem. v. 65, n. 6, p. 1433-1435, 1987.

-RINALDI, M. V. N.; DÍAZ, I. E. C.; SUFFREDINI, I. B.; MORENO, P. R. H. Alkaloids and biological activity of beribá (Annona hypoglauca). Revista Brasileira de Farmacognosia. v. 27, p. 77–83, 2017.

-SHAMMA, M. Isoquinoline Alkaloids. 594 p. Academic Press New York. 1972.

-SHI, G.; MACDOUGAL, J. M.; MCLAUGHLIN, J. L. Bioactive annonaceous acetogenins from Rollinia mucosa. Phytochemistry. v. 45, n. 4, p. 719-723, 1997.

-SHI, G.; YE, Q.; HE, K.; MCLAUGHLIN, J. L.; MACDOUGAL, J. M. Rollinecins A and B: Two New Bioactive Annonaceous Acetogenins from Rollinia mucosa. J. Nat. Prod. v. 59, n. 5, p. 548–551, 1996.

-TAYLOR, W. I. The Structure and Synthesis of Liriodenine a new type of Isoquinoline Alkaloid. Tetrahedron. v. 14, p. 42-45, 1961.

-VINCENT, F. C.; LOS, M. J. New Potential Instrument to fight hepatocellular cancer by restoring P53. Hepat Mon. v. 11, n. 5, p. 331-332, 2011.

-WARTHEN, D.; GOODEN, E. L.; JACOBSON, M. Tumor Inhibitors: Liriodenine, a Cytotoxic alkaloid from Annona glabra. J. Pharm. Sci. v. 58, n. 5, p. 637-638, 1969.

CAPÍTULO 06

ACEITABILIDADE E INTENÇÃO DE COMPRA DO CREME DE LEITE DE CABRA

Marílya Fernanda Magno de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN
E-mail: maryliafernandaa@gmail.com

Renato da Cunha Gomes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN
E-mail: renato.cunha@ifrn.edu.br

Manuella Macêdo Barbosa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
E-mail: manuella.macedo@ifce.edu.br

RESUMO: No nordeste brasileiro se encontra a maior concentração de rebanhos de cabra, porém, a população e os próprios produtores desconhecem sobre o leite de cabra e suas propriedades altamente benéficas a saúde. Este projeto tem como principal propósito incentivar a população a conhecer e consumir o leite e seus derivados, como também abrir novas oportunidades de renda para a região, tendo em vista que, traz muitos benefícios a saúde. Estudando a aceitabilidade do creme de leite produzido a partir do leite de cabra, em uma avaliação sensorial que ocorreu no IFRN – Campus Apodi realizado com voluntários, onde se tiveram resultados significativamente positivos, mostrando que a inserção deste produto e do próprio leite pode ser inserido na alimentação.

PALAVRAS-CHAVE: Aceitabilidade; Avaliação sensorial; Alimentação saudável.

ABSTRACT: In the northeast of Brazil there is the highest concentration of goat herds, however, the population and the producers themselves are unaware of goat milk and its highly beneficial health properties. The mainpurpose of this project is to encourage the population to get to know and consume the milk and its derivatives, as well as to open up new income opportunities for the region, bearing in mind that it bringsmany health benefits. Studying the acceptability of cream produced from goat milk, in a sensory evaluation that took place at the IFRN - Campus Apodi, carried out with volunteers, where significantlypositive results were obtained, showing that the insertion of this product and the milk itself can be inserted into the diet.

KEYWORDS: Acceptability; Sensory evaluation; Healthy eating.

1. INTRODUÇÃO

A criação dos caprinos, vem antes mesmo da criação dos bovinos, sendo então uma prática bastante antiga. Visando a produção leiteira caprina foi constatado que países em desenvolvimento utilizam a maior parte do leite produzido para o consumo de subsistência. Já nos países mais desenvolvidos, essa produção é destinada à fabricação de derivados do leite de cabra, como queijos e iogurtes. (CORDEIRO; GUEDES, 2010).

No Brasil, os caprinos foram introduzidos pelos portugueses, franceses e holandeses. É costumeiro ao brasileiro a criação de cabras para a subsistência. Em determinadas regiões devido as condições ambientais, só as cabras sobrevivem (CORDEIRO; GUEDES, 2010).

Na gastronomia, usa-se largamente o leite de cabra para a elaboração de pratos deliciosos, contudo, é um mercado pouco explorado, já que de certa forma há um preconceito com o leite de cabra. Dessa forma, como alternativa, alguns produtores brasileiros estão investindo no mercado da industrialização do leite de cabra, pois surge como uma possibilidade, havendo uma falta na comercialização de produtos *"in natura"* e dos derivados do leite de cabra (CORDEIRO; CORDEIRO, 2009).

Nos últimos dez anos, ocorreram mudanças significativas para a consolidação da cadeia produtiva da caprinocultura no Brasil. As agroindústrias dos frigoríficos, curtumes e laticínios, têm papéis diferentes como complementação às outras atividades de produção. Os valores oscilam, principalmente os relacionados as peles. (CARVALHO, 2003).

O leite de cabra é uma excelente alternativa para produtores que utilizam estes animais apenas para corte, estes podendo também visar a produção leiteira, lembrando que é um sistema de criação diferente que requer diversos cuidados, porém com um retorno maior e mais duradouro. Pessoas alérgicas ao leite de vaca, crianças e idosos, consomem normalmente o leite de cabra seja, ele *in natura* e em pó, sendo recomendado por médicos e nutricionistas.

Os leites de cabra e de vaca apresentam diferenças entre si, tanto na quantidade, quanto na classe da proteína. Em estudos realizados por Prata *et al.* (1998) e Chornobai *et al.* (1999), registraram valores do teor proteico no leite de cabra em torno de 3,27 a 3,34 %, já Souza *et al.* (2003) encontrou valores de proteína de

leite bovino de 3,0 %. Por possuir mais aminoácidos em sua composição, o leite caprino tem maior aceitabilidade fisiológica (GUERRA *et al.*, 2007).

Vale ressaltar que a qualidade que a qualidade do leite é influenciada principalmente por aspectos de composição e higiene. O leite de cabra é constituído de 0,70 a 0,85 % de sais minerais, quantidade pouco superior ao leite de vaca. Contudo, é bem superior ao da vaca em termos de cálcio, fósforo, potássio, magnésio e superior o leite humano nos teores de fósforo, sódio e potássio (QUADROS, 2012).

Existe certa variação nos teores de vitaminas entre os diversos tipos de leite, sendo que o leite de cabra apresenta teores mais elevados de vitaminas A colina, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico ebiotina, em relação ao leite humano, porém mais baixos em vitaminas B6, B12, C e K, ácido fólico e piridoxinas (QUADROS, 2012).

Conhecendo-o e inserindo-o, o creme à base de leite de cabra, onde ainda não há uma apreciação e/ou mesmo produtos a sua base, é uma excelente alternativa principalmente para os produtores obterem uma renda, quando por exemplo para população ter um novo produto nutritivo e saboroso. Vale salientar que, para as pessoas alérgicas a proteína presente no leite de vaca, a caseína, podem e devem ingerir o leite de vaca. A caseína é uma proteína que é cerca de 80 % do leite de vaca, sendo um emulsificante que mantendo as moléculas de água e gordura unidas, e por haver uma grande quantidade de aminoácidos esta é classificada como proteína nutriente ou de armazenamento.

Contudo, a comercialização de produtos com o leite de matéria prima ainda é uma grande dificuldade na caprinocultura leiteira. Deixando os consumidores sempre limitados os produtos no mercado onde em pouquíssimos lugares se encontra derivados do leite caprino. Algumas das diversas dificuldades que devem ser ressaltados sobre a produção do leite de cabra são por exemplo: a cultura de que o leite bovino é “melhor” (tanto em sabor quanto em nutrição) e o desconhecimento da população sobre o leite caprino.

Assim, o grande desafio da competividade nos negócios da caprinocultura leiteira está na avaliação da demanda do produto, observando os locais que mais aceitaram o produto (GUIMARÃES, 2010).

A escolha do leite de cabra para a fabricação de molhos, surgiu da necessidade vista na Região Nordeste, em que há uma predominância da criação de cabras para subsistência e com a produção de leite, dessa forma, há uma maneira de utilizá-las para um aumento na renda mensal da família. Poderia haver uma busca no

reconhecimento das pessoas em relação a esse leite, afinal, ele é um produto subestimado por muitos. Então, o incentivo da utilização do leite de cabra na alimentação humana, lembrando que, este tem capacidade de diminuir os níveis de subnutrição e taxa de mortalidade infantil, não é apenas para melhorar a renda dos pequenos produtores do Nordeste, mas também trazer uma matéria prima de maior qualidade para a mesa do brasileiro.

O nordeste brasileiro tem mostrado uma expansão significativa em caprinocultura, principalmente com os programas como os de incentivo e crédito, assim, sabe-se que estas políticas de incentivo tem um papel social fundamental, este tendo condições favoráveis a produção da agropecuária. (FONSECA; BRUSCHI, 2009; HOTT; CARVALHO, 2009).

O presente projeto tem por objetivo avaliar a aceitação do creme de leite de cabra.

2. METODOLOGIA

A matéria-prima utilizada foi o leite de cabra coletado na Fazenda Escola no setor de Caprinocultura do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Apodi, na qual foi realizado a higienização das mãos e das tetas com água sanitária, depois os mesmos foram secos com papel toalha.O primeiro jarro de leite foi destinado para analisar se a cabra possuía mastite, como não apresentou adoença, dois litros de leite foram recolhidos. O animal foi mantido em temperatura ambiente de 29ºC para a realização da ordenha, sendo o peso médio da cabra 50 kg. A ordenha do animal durou cerca de 45 minutos.

Após a coleta do leite, o mesmo foi armazenado na geladeira até a preparação do creme, que ocorreu um dia após o recolhimento do produto, este foi feito na base do leite de cabra fervido (1/2 xícara), 2 dentes de alho picados, 1 colher de sopa de amido de milho, 1 pitada de orégano e 2 pitadasde sal. O local onde foi elaborado o creme foi em uma residência privada, com todos os materiais esterilizados, o cozinheiro com luvas, touca e roupa adequada. O modo de preparo foi: após o leite fervido se acrescentou os alhos picados e a colher de sopa de amido de milho, assim que pegou um pouco de consistência acrescentou-se a pitada de orégano e as duas pitadas de sal. Assim após todos os ingredientes sendo levados ao fogo até a mistura está no ponto ideal (condensado).

Na análise sensorial, realizada com 15 pessoas presencialmente, foram avaliados os seguintes atributos: aparência global, cor, aroma, sabor e textura, sendo de 1 a 9, e se possuíam intenção de compra, estes variando de 1 a 5, todos as notas sendo quando menor pior (não compraria) e quanto maior melhor (compraria). A análise dos dados foi realizada em programa Microsoft Excel 2013.

Na analise sensorial o produto estava em recipientes transparentes, pequenos, cerca de 100ml, juntamente com um prato com pedaços de pães e bolachas salgadas, e havia um copo com água para caso o voluntário solicitasse. Uma folha também era lhes dadas, esta continha informações de como funcionava a avaliação, sendo 1 não gostei, até 9, gostei bastante e na intenção de compra 1 seria não compraria e 5 compraria bastante. Após feito todo o preenchimento e recolhidas as folhas preenchidas, houve um diálogo com os voluntários revelando que era um derivado lácteo a partir do leite de cabra e suas características nutricionais, como também foram ouvidos e anotados os comentários construtivos e sugestões dos voluntários.

3. RESULTADOS

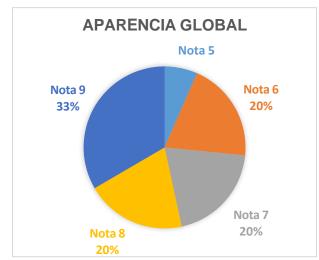



Figura 1 - Valores do grupo para a característica aparência global.

Fonte: Do autor, 2018.

Nesta figura onde mostra os valores do grupo para a característica aparência global nota-se a predominância de notas altas, sendo: 33 % nota 9, 20 % nota 8, 20 % nota 7, 20 % nota 6 e apenas 7 % nota 5. Assim são bons resultados para esta característica.

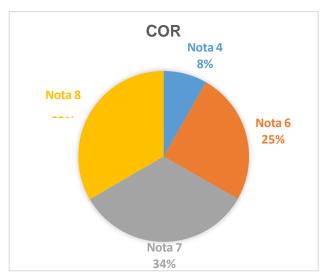



Figura 2 - Valores do grupo para a característica cor.

Fonte: Do autor, 2018.

Nesta figura onde mostra os valores do grupo para a característica cor nota-se a predominânciade notas altas, sendo: 34 % nota 7, 33 % nota 8, 25 % nota 6 e apenas 8 % nota 4. Assim são bons resultados para esta característica.

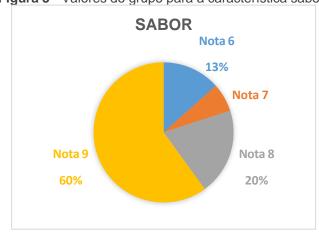



Figura 3 - Valores do grupo para a característica sabor.

Fonte: Do autor, 2018

Nesta figura onde mostra os valores do grupo para a característica sabor nota-se a predominância de notas altas, sendo: 60 % nota 9, 20 % nota 8, 13 % nota 6 e apenas 7 % nota 7. Assim são excelentes resultados para esta característica tão importante para o consumidor.

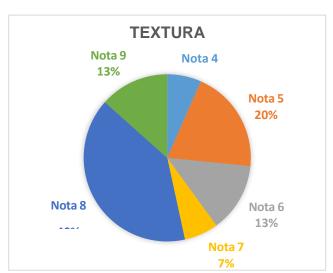



Figura 4 - Valores do grupo para a característica textura.

Fonte: Do autor, 2018

Nesta figura onde mostra os valores do grupo para a característica textura nota-se a predominância de notas altas, sendo: 40 % nota 8, 13 % nota 9, 13 % nota 6, 20 % nota 5, 7 % nota 7, e apenas 7 % nota 4. Assim são bons resultados para esta característica.

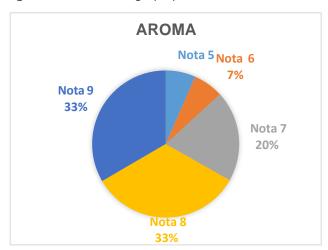



Figura 5 - Valores do grupo para a característica aroma.

Fonte: Do autor, 2018

Nesta figura onde mostra os valores do grupo para a característica aroma nota-se a predominância de notas altas, sendo: 33 % nota 9, 33 % nota 8, 20 % nota 7, 7 % nota 6, e apenas 7 % nota 5. Assim são excelentes resultados para esta característica, pois sabe-se que o "mau cheiro" do leite de cabra é algo que ainda é bastante fixo na cultura, e estes resultados mostram o contrário.

Figura 6 - Valores do grupo para a intenção de compra.

INTENÇÃO DE COMPRA

Nota 3 13%

Nota 4 40%

Nota 5 47%

Fonte: Do autor, 2018.

Nesta figura onde mostra os valores do grupo para a característica intenção de compra nota-se a predominância de notas regulares, sendo: 47 % nota 5, 40 % nota 4 e apenas 13 % nota 3. Mesmo com resultados não tão altos quanto os demais ainda são bons resultados para esta característica, pois mesmocom a "cultura do leite de vaca" estes resultados são um bom começo para implantar este produto no mercado.

4. DISCUSSÕES

Diante das figuras é de compreensível interpretação que o leite de cabra pode sim ser inserido e deve, também, na alimentação. Este leite é um alimento diferenciado em relação ao leite de vaca, não apenas no sabor, por apresentar na sua composição de gordura maior proporção de ácidos graxos de cadeia pequena e média (6 a 14 carbonos) e em sua proteína, menor proporção de proteína do tipo caseína αs 1, que resultam em maior digestibilidade (BOMFIM, 2007).

Mesmo com quase todos os aspectos mantendo uma média alta, de nota 8 e 9, percebe-se que aintenção de compra não manteve o nível equivalente (mas ainda assim, um resultado bom). Este resultado foi considerado bom a partir do momento que houve um diálogo com os voluntários mostrando as características nutricionais do leite de cabra, assim houveram alguns comentários em relação a textura e lhes foi explicado que é uma característica do próprio leite não ser tão denso, pois este ser mais digestivo é o que o torna assim. Em seguida os voluntários solicitaram a mudança de nota, relatando que comprariam o produto, porém não havia mais como, então além da textura que foi a únicacaracterística comentada que deveria melhorar, outro motivo

que acredita-se ter levado a esses valoresfoi o “costume” pregado sobre o leite de vaca ser “melhor” ainda insiste em resistir.

Como pode-se perceber, os resultados comparando Bomfim (200) com sua pesquisa realizada em Fortaleza - CE, que em ambos os trabalhos obtiveram resultados positivos, onde a maioria experimentaria por curiosidade, pelo reconhecimento nutritivo e saúde, onde é a finalidade de todos osprojetos, mostrar que há uma maneira sadia, viável e de fácil acesso, para todos, de ingerir leite de maior qualidade.

Por fim, conclui-se que houve uma aceitação do creme de leite de cabra, como também considerando os comentários, houve uma boa intenção de compra, entretanto não se pode dizer que houve uma aceitação global, desse modo deveriam haver mais repetições com outros ingredientes e também outras avaliações sensoriais em demais localidades.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Liliane Alves da Cunha. **Desenvolvimento de queijo caprino condimentado defumado.** 2016. 33 f. Monografia (Graduação) - Curso de Tecnologia em Laticínios, Instituto Federalde Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Laticínios, Nossa Senhora da Glória, Se, 2016 ALVES DA CUNHA ALENCAR, Liliane. **Desenvolvimento de queijo caprino condimentadodefumado**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/225/3/TCC_Liliane_Alencar_Laticnios_Desenvolvimento_queijo.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

BOMFIM, Marco Aurélio Delmondes. O USO DO LEITE DE CABRAS COMO UM ALIMENTO FUNCIONAL. **Nutrição Animal,** Petrolina, v. , n. 2, p.01-19, nov. 2007. Semanal. Disponível em: <http://www.capritec.com.br/pdf/SNPA.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2017.

CELLES CORDEIRO, Paulo Roberto. **I workshop Nichos do mercado para o setor industrial.** 2014.Disponível em: <https://www.embrapa.br/workshopnichos2014/imagens/galeria/arquivos/galeria90.pdf>. Acesso em:11 abr. 2018.

CHAPAVAL, Lea; MAGALHÃES, Daniele Cristina Timbó. **Qualidade do Leite de Cabra: umaquestão de bom gosto**. 2009. 33 p. TCC (Veterinária)- UERJ, RJ, 2009. Disponível em: <http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/CNPC_Qualidade_Leite.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2017.

CHORNOBAI, C. A. *et al.* Physical-chemical composition of in natura goat milk from cross Saanenthroughout lactation period. **Archivos latinoamericanos de nutricion**, v. 49, n. 3, p. 283-286, 1999.

CLEMENTINO, Igor Medeiros; NASCIMENTO, Janaína do; CORREIA, Roberta Targino Pinto. **Sobremesa láctea aerada tipo mousse produzida a partir de leite caprino e frutas regionais.** 2009. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia de Alimentos, UniversidadeFederal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. PublICa III 01 – 08, 2007. Disponível em: < www.reitoria.ufrn.br/ojs/index.php/publica/article/do wnload/31/24>. Acesso em: 24 jul. 2017.

CORDEIRO, P. R. C. **Mercado do leite de cabra e de seus derivados.** Conselho Federal de Medicina Veterinária, v.39, p. 19-23, 2006. Disponível em: http://www.acocerj.com.br/materias/Mercado%20d e%20Leite.pdf. Acesso em: 24 jul. 2017.

CORDEIRO, Paulo Roberto Celles. **I workshop Nichos do mercado para o setor industrial.** Campinas: Embrapa, 2014. 41 slides, color.

CORDEIRO, Paulo Roberto Celles; GUEDES, André Luís de Almeida. Introdução. In: CORDEIRO, Paulo Roberto Celles; GUEDES, André Luís de Almeida. **Industrialização do leite de cabra: pasteurização, empacotamento, leite em pó,**

iorgute, sorvete e cosméticos. 2010. ed. [S.l.]: Centro de Produções Técnicas, 2010. cap. 01, p. 04-12.

CORDEIRO,P.R.C.;CORDEIRO,A.G.P.C.**A produção de leite de cabra no Brasil e seu mercado.** IV: Encontro de caprinocultores de Minas e Média Mogiana,10,Espírito Santo do Pinhal,p,1-7, maio 2009.

CREMONESE, Dejalma. **. Ética e Felicidade::** Lições da Filosofia Antiga para uma Vida Boa. Curitiba: Appris, 2017. 185 f. CREMONESE, Dejalma. **Ética e Felicidade: Lições da Filosofia Antiga para uma Vida Boa**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2017. 185 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=pZ1BDwAAQBAJ&pg=PT34&lpg=PT34&dq=Zeus+era+alimentado+por+leite+da+cabra+Amalt%C3%A9ia&source=bl&ots=5m-u7w6shy&sig=jdmIMndwnjxWZdZN4dSMHbyklPY&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjfkuD-4pnYAhVBFpAKHdTdC08Q6AEIUjAI#v=onepage&q=Zeus%20era%20alimentado%20por%20leite%20da%20cabra%20Amalt%C3%A9ia&f=false>. Acesso em: 17 fev. 2018.

DE CARVALHO, Rubênio Borges. **Potencialidades dos mercados para os produtos derivados decaprinos e ovinos**. 2003.

FONSECA, J. F.; BRUSCHI, J. H. A caprinocultura leiteira no Brasil: uma visão histórica. In: FONSECA, J. F. da; BRUSCHI, J. H. (Ed.). **Produção de caprinos na região da Mata Atlântica.Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite**; Sobral: Embrapa Ovinos, 2009. p. 15-24.

GUERRA, Ingrid Conceição dantas *et al.* ANÁLISE COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE LEITE BOVINO, CAP **RINO E OVINO**. Nutrição Animal, João Pessoa, v. , n. 5, p.01-06, dez. 2007. Semanal. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/iniciacao/documentos/anais/6.SAUDE/6CCSDNMT10.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2017.

GUIMARÃES, M.P.S.L.M.P.; CORDEIRO, P.R.C. **Conheça o destino do leite de cabra produzido no Brasil**. Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.caprileite.com.br/conteudo.php?id_conteudo=33&id_links=4&id_sub_links=26>.Acesso em: 01 ago. 2017.

HAELEIN, G.F.W. **Goat milk in human nutrition**. Small Ruminant Research, v.51, p.155-163, 2004. Acesso em: 01 jan. 2018.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979.

JOHNSON, W.L.; VAN EYS, J.E.; FITZHUGH, H.A. (1986) **Sheeo and goats in tropical and subtropical agricultural systems**. *Journal of Animal Science*, 63: 1587-1599.

EMBRAPA, **Leite de Cabra Funcional Oferece Vantagens Adicionais para a Saúde,** 2014.Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-

/noticia/1982494/leite-de-cabra- funcional-oferece-vantagensadicionais-para-a-saude. Acesso em: 01 jan. 2018.

PAULA, J.T. *et al.* **Qualidade do leite caprino: um desafio atual**. Medicina Veterinária, Recife, v.3,n.4, p.33-38, out-dez, 2009. Disponível em: http://www.dmv.ufrpe.br/revista/Qualidade_leite_v3 n4.pdf. Acesso em: 24 jul. 2017.

PRATA, L. F. *et al.* Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen). Região Sudeste, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 428- 432, 1998.

QUADROS, Danilo Gusmão de. **Leite de cabra: produção e qualidade.** Bahia: Uneb, 2012. 7 p.

RIBEIRO, Edson Luis de Azambuja; RIBEIRO, Horaci Jaqueline Silva de Souza**. Uso nutricional e terapêutico do leite de cabra**. **Semina: Ci. Agrárias,** Londrina, v. 22, n. 2, p.229-235, dez. 2007. Semanal

WALKER, V. Uso terapêutico do leite de cabra na medicina moderna. São Paulo. **Revista Agropecuária Alternativa**, 1991.

CAPÍTULO 07

ALKALI-ACTIVATION OF METAKAOLIN AND BLAST FURNACE PORTLAND CEMENTBLENDS

Cláudio Mesquita Campinho de Azevedo
Mestrando em Engenharia Civil pela UFF Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela UGF
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal Fluminense –UFF
Endereço: Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
E-mail: claudio.mesquita@gmail.com

Cléo Márcio de Araújo Santana
Mestrando em Engenharia Civil pela UFF Graduado em Engenharia Mecânica pela UFPA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal Fluminense –UFF
Endereço: Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
E-mail: cmarcios@gmail.com

Eliane Fernandes Côrtes Pires
Doutora em Engenharia Civil pela UFF Graduada em Engenharia Mecânica pela UFJF
Laboratório de Estruturas e Argamassa – Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense – UFF
Endereço: Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
E-mail: elianepires01@hotmail.com

Paulo Feliciano Soares Filho
Doutor em Engenharia Mecânica pela UFF Graduado em Engenharia Mecânica pelo CEFET-RJ
Laboratório de Ensaios Destrutivos – Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ/Campus Paracambi
Endereço: Rua Sebastião Lacerda, S/N, Centro, Paracambi, RJ
E-mail: paulo.filho@ifrj.edu.br

Elie Chahdan Mounzer
Doutor em Ciência dos Materiais pelo IMEGraduado em Engenharia Civil pela UVA
Laboratório de Estruturas e Argamassa – Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense – UFF
Endereço: Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
E-mail: mounzer@yahoo.com.br

Felipe José da Silva
Doutor em Ciência dos Materiais pelo IME Graduado em Engenharia Mecânica pela FTESM
Laboratório de Ensaios Não-Destrutivos – Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ/Campus Paracambi
Endereço: Rua Sebastião Lacerda, S/N, Centro, Paracambi, RJ, CEP 26600-000
E-mail: felipe.silva@ifrj.edu.br

ABSTRACT: The addition of certain pozzolanic materials to Portland cement significantly changes the properties of the hardened matrix. If it has too high content of blast furnace slag, as the case of blast furnace Portland cements (BFPC), the early and late compressive strengths can be severely delayed or reduced. The objective this work was to investigate the potential of alkali-activation of BFPC and metakaolin (MK) blends by different types and contents of alkali-activators. The results clearly showed the influence of the MK pozzolanic activity and the type and content of activator used, in the development of compressive strengths of BFPC-MK blends. Microstructural analysis by SEM/EDS, DSC and XRD shown that the consumption of portlandite and the extra formation of C-S-(A)-H phases are the main positive effects registered. However, MK also promotes the formation of ettringite and unstable hydrated calcium aluminate phases, which, with the course of hydration, undergo a change in structure and volume loss, contributing to the reduction of final strengths. Content of 25 % MK and 7.5 % Na_2SiO_3 provided the best mechanical strength. The microstructures formed showed greater formation of ettringite, however there was also a reduction in portlandite and massive formation of C-S-H and C-S-(A)-H products.

KEYWORDS: Alkali-activation; Metakaolin; Portland cement; Blast furnace slag.

RESUMO: A adição de certos materiais pozolânicos ao cimento Portland altera significativamente as propriedades da matriz endurecida. Se ele tiver um teor muito alto de escória de alto- forno, como ocorre nos cimentos Portland de alto-forno (BFPC), as resistências à compressão inicial e final podem ser severamente retardadas ou reduzidas. O objetivo deste trabalho foi investigar o potencial de ativação alcalina de blendas de BFPC e metacaulim (MK) por diferentes tipos e conteúdos de ativadores alcalinos. Os resultados mostraram claramente a influência da atividade pozolânica do MK e do tipo e conteúdo do ativador utilizado, no desenvolvimento das resistências à compressão das blendas BFPC-MK. As análises microestruturais por MEV/EDS, DSC e DRX mostraram que o consumo de portlandita e a formação extra das fases C-S-(A)-H são os principais efeitos positivos registrados. Porém, o MK também promove a formação de fases etringita e aluminato de cálcio hidratado instável, que, com o decorrer da hidratação, sofre alteração na estrutura e perda de volume, contribuindo para a redução das resistências finais. Teores de 25 % MK e 7,5 % Na_2SiO_3 proporcionaram a melhor resistência mecânica. As microestruturas formadas apresentaram maior formação de etringita, porém também houve redução da portlandita e formação massiva dos produtos C-S-H e C-S-(A)-H.

PALAVRAS-CHAVE: Álcali-ativação; Metacaulim; Cimento Portland; Escória de alto-forno.

1. INTRODUCTION

Pozzolanic materials have been the most widely used technological choice worldwide to improve the properties of Portland cement mortars and concretes. Characteristics such as resistance to acids and sulphates, low heat release during hydration and low permeability are the main reported benefits [1, 2]. However, increasing the content of pozzolans, decreases the rate of strength development, a fact that makes pozzolanic cements little applicable in situations where high initial strengths are necessary [3, 4]. As they are relatively inert in the presence of water, when incorporated into cement, pozzolans depend on the release of calcium ions during hydration to begin to react. Pozzolanic reactions consume calcium ions, reducing the formation of calcium hydroxides [5]. When they are rich in silica, they generate C-S-H phases with a high Si/Ca ratio, which contributes to maintaining a lower pH than the Portland cement matrix without addition, and therefore more stable in aggressive environments [6]. Alkali-activation of granulated blast furnace slag is a technology used for almost a century. In 1925, Odler [4] realized that alkaline sulfates present in water in contact with these slags promoted the hardening reaction. In the 1940s, researchers concluded that alkalis were responsible for awakening the latent properties of slag, for promoting pH levels capable of solubilizing the vitrified compounds present in granulated slag, promoting the formation of hydrated phases of high mechanical strength and stability in highly aggressive environments to Portland cement [7, 8]. However, alkalis in this case causes the dissolution of gehlenite ($Ca_2Al_7SiO_7$) by removing aluminum and the subsequent formation of hydrated aluminates and silicates [9].

The free alkalis in the contact solution, tend to crystallize after hydration of the alkali-activated Portland cement. However, in contact with the amorphous or poorly crystallized silica of the pozzolan and with the help of OH^- ions, they promote the formation of stable silica compounds with high mechanical strengths.

There are still many works on the use of this technology to activate pozzolanic reactions. Some researchers criticize the use of alkali activation only for blast furnace slag and use the alkali-silica reaction (silica fume and NaOH) to produce high quality composites by activation in the fresh state [10]. However, they warn that these systems cannot be cured in water, due to the solubility of the formed alkaline silicates.

In this work, an orthogonal factorial arrangement was used to explore the effect of alkali-activation of blast furnace Portland cement and metakaolin blends, from four

different sources of alkali. The microstructure formed, and some physical and mechanical properties developed at various ages were evaluated and compared.

2. MATERIALS AND METHODS

Materials used include blast furnace Portland cement - CPIII-32 (BFPC), provided by LafargeHolcim-Brasil, Brazil. It has about 50 % of granulated blast furnace slag addition, according to the manufacturer's data, and meets the requirements of NBR 16697:2018 standard. Metakaolin (MK) was obtained by calcining kaolin in a muffle furnace at 700 ^oC for 6 h. Kaolin was supplied by Brasilminas S.A. and comes from deposits located in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. Fine aggregate used was Brazilian standard sand (NBR 7215:2019), obtained from Technological Research Institute (IPT) located in São Paulo State, Brazil. The sand was dried at 105 ^oC for 24 h before used.

To carry out the study of alkali-activation, different sources of alkali were adopted: Na_2O, from NaOH; K_2O, from KOH and K_2CO_3, all "pro-analysis", manufactured by VETEC S.A., and Na_2SiO_3, from alkaline sodium silicate (SS) with Na_2O/SiO_2 weight ratio = 0.49, manufactured by Gessy-Lever S.A. Table 1 shows the chemical composition and some physical properties of the materials used.

Table 1 – Chemical composition and physical properties of the materials used.

Material	SiO_2	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	MgO	Fe_2O_3	SO_3	IR[a]	LOI[b]	SG[c]	SA[d]
BFPC	28.2	6.7	53.0	0.3	0.1	3.6	1.0	3.2	1.0	1.7	2.96	210.85
MK	44.4	39.8	0.01	0.33	0.04	0.01	0.3	-	47.9	14.4	2.56	1665.17
SS	35.6	-	-	-	17.3	-	-	-	36.9	44.3	1.37	-

a - Insoluble residue in hydrochloric acid (NBR NM 15:2012).
b - Loss on ignition by calcination at 950 ± 50 ^oC (NBR NM 18:2012).
c - Determination of specific gravity by the “Le Chatelier bottle” (NBR 16605:2017) (kg/m^3).d - Specific area by nitrogen absorption – BET (m^2/kg).

The alkali source reagents were dissolved in distilled water to obtain the alkali-activating solution in the required molarity and water/binder ratio. The solution was stored at room temperature for 24 hours before use. The content of MK varied from 0 to 50 % and alkali, from 0 to 15 %, by weight, in relation to the sum of the MK weight and the granulated blast furnace slag weight present in the BFPC.

To prepare the paste samples, MK and BFPC, were dry mixed for 5 min to obtain

a homogenous mixture. The homogenized mixture was poured into the mixer over the previously inserted alkaline solution for 30 seconds, turned on at low speed (rotation around axis at 140 ± 5 rpm and planetary movement at 62 ± 5 rpm). Then, was increased to high speed (rotation around axis at 285 ± 10 rpm and planetary movement at 125 ± 10 rpm) and maintained for 60 seconds. Immediately after mixing, the paste was collected with a spatula and inserted into the mold of the Vicat apparatus for testing the initial and finish setting times, according to NBR NM 65:2002. Mortars were prepared according to NBR 7215:2019, using the four fractions of standard sand. These procedures were carried out in an air-conditioned environment, with a temperature between 18 and 22 ºC. The water/binder ratio was kept constant and equal to 0.48 for mortars and 0.35 for pastes. The mortars compressive strength at 4 hours, and 1, 3, 7, 28 and 90 days of ages was determined according to the NBR 7215:2019. Except for the age of 4 hours, all mortars were demolded after 24 hours and cured in the air at 25 ± 2 ºC and at 70 ± 10% relative humidity until the date of the tests.

Microstructural analyzes were performed on raw materials and paste samples for identification and semi-quantification of the formed phases. The crystallographic characterization by X-ray diffraction (XRD) was carried in a SIEMENS diffractometer model D5000. The copper tube had Kα λ=1,54 Å and was operated at 40 kV with a 110 mA current. Thermal analyzes were performed in a SHIMADZU, model DCS-50. The samples were heated from room temperature to 700 ºC, at a rate of 20 ºC per minute in an argon atmosphere. The scanning electron microscopy (SEM) with secondary electronic images was performed in a JEOL low vacuum scanning electron microscope, model JSM 5800-LV, equipped with a dispersive energy spectrometer (EDS- NORAN), with ZAF and Bence-Albee method for compositional correction. The primary electron beam was generated from a tungsten filament whose voltage varied between 10 and 25 kV. The working distance was fixed between 20 and 35 mm.

In order to minimize the number of experiments without increasing the variance of the distribution of the correlation results between the variables, an orthogonal "half-factorial" arrangement (Plackett-Burman design) with 3 independent variables was established: X1, X2, X3 in 2 normalized levels (-1, +1) and with 2 replicates in the center. The orthogonal and "half-factorial" or minimal factorial arrangement has the following advantages [11, 12]: Reduces the number of experiments; Allows trend analysis; Maintain parameters independently; The replica in the center allows the

maintenance of the orthogonality of the system while revealing the experimental error; Enables the development of linear models with variance compatible with the experimental error; It allows to obtain inflection points from the mathematical model.

The study variables were: X1 = BFPC content (50 <X1 <100 %), that is, 0 to 50 % MK; X2 = Alkali content (0 <X2 <15 %); X3 = Alkali source (Na_2O, K_2O, Na_2SiO_3 and K_2CO_3).

The number of Symmetric Levels (l) was 2, the number of Variables (NX) was 3, the number of replicates (NR) was 2 and the number of Experiments (NE) was equal to:

$$l^{NX} + NR = 2^3 + 2 = 10 \quad (1)$$

However, a minimal factorial design, based on the Plackett-Burman plans, was adopted, as shown in Table 2 and Figure 1.

The design of experiments is considered an orthogonal arrangement if the covariance matrix is diagonal (parameters not correlated), which is obtained if ΣXi = 0 in the normalized variable [11].

Table 2. Minimum number of experiments (orthogonal “half-factorial” design).

	X1	X2	X3
	-1	-1	+1
	+1	+1	+1
Replicas in the center =>	+1	-1	-1
	-1	+1	-1
	0	0	0
	$\Sigma X_1 = 0$	$\Sigma X_2 = 0$	$\Sigma X_3 = 0$

As in this case the variable X_3 (alkali source) has no numerical value, Na_2O was set as the basic activator.

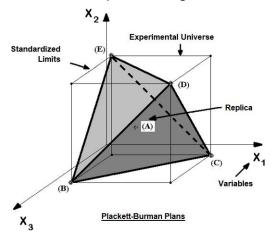
Figure 1 – Plackett-Burman plans. Orthogonal "half-factorial" arrangement.

As can be seen, the influence of the other activators and the experimental error were analyzed in the experiment of the mesh center (0; 0; 0). Replacing the normalized limits with their respective values, the planning shown in Table 3 was obtained.

Table 3 – Experimental Planning (MC).

EXP.	VARIABLES		
	X1	X2	X3
MC1	100	0	Na_2O
MC2	100	15	Na_2O
MC3	50	0	Na_2O
MC4	50	15	Na_2O
MC5	75	7.5	Na_2O
MC6	75	7.5	Na_2O
MC7	75	7.5	Na_2O
MC8	75	7.5	K_2O
MC9	75	7.5	Na_2SiO_3
MC10	75	7.5	K_2CO_3

Sodium hydroxide (NaOH) solution is used as main alkali activator because it is widely available and less expensive.

Based on these experiments, the following regression equation was generated tostudy the effects of interactions between variables and second order interactions on compressive strength:

$$Y_{age} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_1 X_1 + \beta_4 X_1^2 + \beta_5 X_1^2 \qquad (2)$$

In order to follow the microstructure changes in a more comprehensive way and complement the study of experiments MC1 to MC10, pastes of BFPC and MK were

also made, with and without activation by Na_2SiO_3. The contents of MK were 0, 10, 20, 50 and 70 % (0-70M) in relation to the total dry agglomerate mass. The water-binding ratio was kept equal to 0.35 for pastes with 10 and 20 % and equal to 0.50 for pastes with 50 and 70 %. In the case of activated pastes, the Na_2SiO_3 content was kept constant and equal to 5 % of the sum of the weight of MK and granulated blast furnace slag present in BFPC (50 %). The activated samples were identified as 0-70MSS.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The fact that the design of experiments reduces the sampling space, allows only a trend analysis based on the study of the limit conditions imposed by the variables, since some possible interactions are eliminated. The minimization or elimination of interactions is one of the apparent paradoxes of fractional planning, since for the broader knowledge of the behavior of the system under study, it is necessary to observe the interactions between the variables. However, the type of experiment carried out through the half-factorial arrangements seeks to know the pure and simple additivity of the individual effects of each variable, and not the synergism between them [11]. The results obtained in the limit conditions help to identify the effects of each variable, submitted to changes in all the others, independently [11, 13].

3.1 Activation with Na2O (Experiments MC1 to MC5)

The first part of the series of experiments, in which Na_2O was established as an activator, provided quite different strength results (Figure 2).

The MC2 experiment, containing 0% MK (upper limit of X1) and 15 % Na2O (upper limit of X2), presented at 1 day of age, strength equal to that of the reference mortar (100 % BFPC and without activation), experiment MC1. However, after 3 days of age, it started to show a slower rate of strength development, reaching strength at 28 days below 50 % lower than that of MC1. Between 28 and 90 days of age, there was practically no strength gain, considering the scale of the error bar.

Based on these results, the following models were obtained for the ages of 3 and 28 days (eq. 3 and 4).

$$Y_{3d} = 0.5893X_1 - 1.143667X_2 + 0.116533X_1X_2 - 0.004894X_1^2 - 0.125556X_2^2 \quad (3)$$

$$Y_{28d} = 0.7143X_1 - 3.519X_2 + 0.013987X_1X_2 - 0.004146X_1^2 + 0.078644X_2^2 \quad (4)$$

Figure 2. Variation of compressive strength according to age for modified samples with different levels ofMK and Na_2O. Experiments MC1 to MC5.

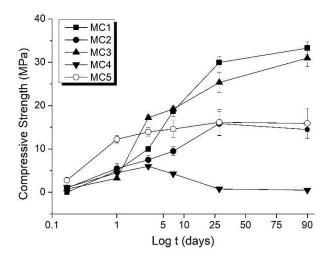



Table 4 shows the parameters of equation 2 for the other considered ages (4 hours and 1, 7 and 90 days).

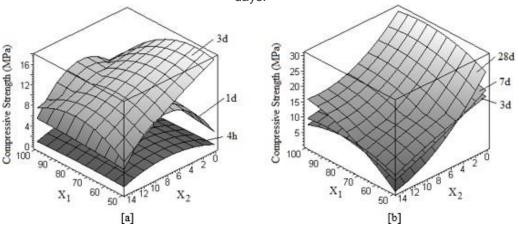
Table 4. Parameters of equation 2, estimated for the other ages considered.

	4 hours	1 day	7 days	90 days
β1	0.3	0.08	0.5819	0.906
β2	0.48533	2.13167	-1.595	-4.80667
β3	0.00084	-0.001	0.007653	0.01556
β4	-0.003	-0.0003	-0.00395	-0.00573
β5	-0.03351	-0.13322	0.014244	0.133156

Figures 3[a] and 3[b] shows the trends pointed out by the models, with the variation of X1 and X2, to early and to late ages, respectively.

Up to 1 day of age, alkali-activation resulted in a significant increase in the mortar's compressive strength, mainly for intermediate levels (7.5 % Na_2O). In relation to MK, for 1 day of age, intermediate levels (25 % MK) promoted the best results in mortar compression strength, but there was a loss of this effect when using 15 % Na_2O (Figure 3[a]). From the third day it became evident that the alkali activation by Na_2O was deleterious, especially for high MK contents (Figure 3[b]). Is clear too that even

intermediary MK contents did not capable to recover the relative loss of strength.

Figure 3. Comparison between the compressive strengths of the MC1 to MC5 experiments for different ages - Trends pointed out by the obtained models. [a] 4 hours to 3 days; [b] 7 days to 28 days.

According to SILVA [14], it was concluded that high levels of alkalis in Portland cement pastes accelerate the rate of development of the initial resistance by the faster entry of silicate and aluminate ions in solution. It is known that with the increase in the concentration of these ions, their precipitation occurs on the surface of the anhydrous grains, forming an osmotic membrane that is responsible for the initial setting and hardening of the mixture.

However, in older ages the compressive strengths were reduced too much. This is attributed to the formation of greater amounts of calcium aluminate crystals, which suffer volume loss due to phase transformations with the change in the concentration of calcium in the liquid phase. Another conclusion was that, when the alkali content is very high (> 10%), with the progress of hydration, the alkali ions in solution reach the saturation point and crystallize, generating expansive tensions and breaking the matrix continuity.

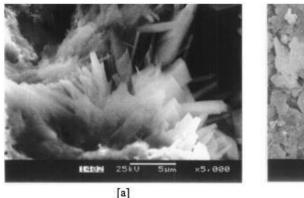
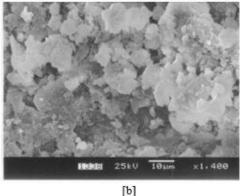
As a result of all these factors, there is a loss of strength at older ages, as confirmed by the experiment with 0 % MK and 15 % Na_2O (MC2), with NaOH crystals precipitated in the matrix, according to analysis by EDS - see Figure 4 [a]. The experiment without alkali-activation and with 50 % MK (MC3), presented strength levels after 24 hours of hydration, equivalent to those of the reference mortar. After 3 days of age, the compressive strength achieved was 17,2 MPa, about 68% of its strength at 28 days. The strength levels reached at 3 days of age were 100% higher than those of the reference mortar (MC1). At 90 days, the compressive strength obtained was about

31 MPa, slightly lower than that of MC1, but showing an evolutionary trend.

The SEM images of the fractured surfaces of the paste with 50 % MK (MC3) at 28 days of age reveal a dense microstructure, formed by the agglomeration of semi-dissolved metakaolin particles, amidst a homogeneous mass of "inner" C-S-H products, but with traces of aluminum and iron (Figure 4 [b]).

Figure 4 – [a] Micrograph (SEM) of MC2 at 7 days of age. Formation of NaOH crystals, confirmed by EDS(5,000X). [b] Micrograph (SEM) of the paste with 50 % MK - MC3 (1,400X).

[a]

[b]

The presence of these two elements suggests the formation of hydrated calcium aluminosilicate phases C-S-(A)-H, or that C-S-H has many of these adsorbed ions. No distinct crystals of calcium aluminate, ettringite or “outer” C-S-H products were found, indicating that the matrix underwent significant changes in the microstructure with the introduction of 50 % MK.

According to the literature [15-18], metakaolin acts not only as a common pozzolan, that is, consuming calcium hydroxide and forming C-S-H, but also forming ettringite, calcium aluminate and C-S-(A)-H phases. This fact is due to the chemical composition of metakaolin, which contains not only active silica, but also dehydroxylated alumina. In Portland cements, the hydraulic reactivities of C_3A and C_4AF need to be controlled by the incorporation of sulfates. Small additions of calcium sulphate (< 5 %) extend the pre-induction period and ensure that the start of setting only occurs at least 1 hour after adding the water.

The use of silica fume, "fly ash" and other pozzolans significantly reduces initial strength. The use of 50 % addition of these pozzolans reduces the rate of strength development to very low levels, which did not happen with metakaolin.

Studies show that contents between 10 and 20 % MK added promote the best results of strength and porosity [15, 19, 20]. The positive contribution of metakaolin is

attributed to three elementary factors: 1) the “filler” effect, 2) the acceleration of the hydration of Portland cement and 3) the pozzolanic reaction with calcium hydroxide. The filler effect is related to the fineness of the metakaolin, whose average particle size is generally around 5 μm. The acceleration of hydration is attributed to the aluminum present in the metakaolin.

Significant strength gains have been reported for the first 48 hours of hydration using metakaolin and that such gains were proportional to the fineness of this material [16, 19]. Several authors have also reported an increase in the rate of hydration heat release with the addition of metakaolin, that the maximum increase occurred when the addition content was around 10 % in relation to the cement mass and that the maximum exothermic peaks occurred in the first 48 hours of hydration [16-18]. These observations initially surprised the researchers, since the use of pozzolans generally reduces the heat of hydration, a phenomenon considered potentially harmful to large volume concrete structures (mass concrete) [6].

Another point cited is that the positive contribution of metakaolin to resistance does not continue after 14 days of hydration, regardless of the replacement content [20]. This is supposed to result from a change in the kinetics of the reactions between metakaolin and calcium hydroxide after 14 days [20].

The metakaolin is similar to silica fume in some aspects, particularly regarding the specific surface (> 1,000 m^2/kg) and also because it contains silica, whose reaction with $Ca(OH)_2$ produces more C-S-H gel. However, metakaolin also contains alumina, which in the reaction produces additional crystalline phases containing alumina. According to the literature, hydrated calcium aluminate ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 13H_2O$) or abbreviated ($C_4AH_{13}$) and ($C_3AH_6$) and strätlingite, a hydrated calcium aluminosilicate (C_2ASH_8), are the main phases identified [17-19].

As for the final porosity of the hardened paste, the use of metakaolin causes a refinement in the pore structure [19, 20]. Another fact described in the literature is the sudden increase in porosity that occurs at 14 days of age in mixtures containing 5 to 15 % addition of metakaolin [19].

Studies carried out on pastes containing mixtures 1: 1 metakaolin and lime, cured in a humid chamber at 40 ºC indicate that the initial hydration products are the C-S-H gel, C_4AH_{13}, strätlingite (C_2ASH_8) and subsequently C_3AH_6. It has been suggested that porosity increases in this period due to the transformation of C_4AH_{13},

of hexagonal structure, to C_3AH_6, of cubic structure [5, 7, 19]. The packaging generated by the phase transformation generates a decrease in the volume of solids and, consequently, an increase in porosity [19]. As the hydration process is continuous, and both phenomena occur simultaneously, resistance gain was not recorded in this period. After 28 days, the porosity drops again due to the continuity of the hydration process.

The results of X-ray diffraction analyzes of the paste with 50 % MK (MC3) indicated that there was no formation of $Ca(OH)_2$ (portlandite), but revealed the presence of $Ca_6Al(SO_4)·3(OH)_{12}·26H_2O$ (ettringite), $Ca_2Al(OH)_7·3H_2O$, $4CaO·Al_2O_3·13H_2O$ (hydrated calcium aluminate – strätlingite), as well as $CaCO_3$ (calcite) and remaining C_2S (Figure 5).

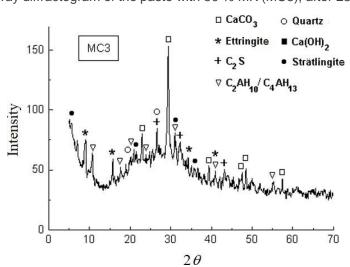



Figure 5. X-ray diffractogram of the paste with 50 % MK (MC3), after 28 days of hydration.

The presence of calcite in hydrated Portland cement is common, as in many cases this product is used as a “filler” (limestone filler) to alleviate the effects of autogenous retraction [5]. However, it is known that part of the calcium hydroxide (portlandite) generated during hydration can undergo carbonation by contact with atmospheric air. Therefore, as the diffractogram did not show the presence of portlandite, or there was total carbonation, or the calcite present in the sample comes only from the limestone filler. As previous studies have revealed that the addition of metakaolin accelerates the carbonation kinetics of $Ca(OH)_2$, the first hypothesis is more plausible [18].

The formation of crystalline C-S-(A)-H phases was confirmed by the presence of diffraction peaks identified by the strätlingite pattern ($Ca_2Al_2SiO_7$ $8H_2O$).

The DSC results confirm the microstructural changes that occurred with the

addition of 50 % MK (Figure 6).

For the reference sample (MC1), the DSC curve shows two main endothermic peaks. The first, at about 150 ºC, is reported in the literature to include the transitions that occurred in the C-S-H, AFt and AFm phases due to the removal of free, adsorbed water and also the structural water of these compounds [6]. The second peak, at about 480 ºC, occurred due to the dissolution of portlandite.

A third transition, which did not occur in the sample with 0 % MK (MC1), but which occurred in the sample with 50 % MK (MC3) is related to the dissolution of $CaCO_3$ which generates an endothermic peak at around 800 ºC [19, 20]. The shift to the left and the reduction of the first endothermic peak are related to the phases AFm (C_4AH_{13}, C_2AH_{10} and monosulfate), AFt (ettringite), strätlingite and C-S-(A)-H, formed in detriment to C-S-H [3, 5]. The absence of the second endothermic peak in the DSC of the sample with 50 % metakaolin (MC3) corroborates the results of the X-ray diffraction analyzes, confirming the absence of portlandite. However, it is possible that part of the portlandite generated by the hydration of Portland cement has not been consumed by pozzolanic reactions and has undergone carbonation.

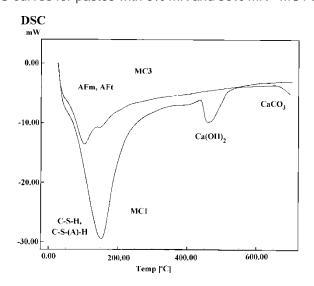



Figure 6. DSC curves for pastes with 0% MK and 50% MK - MC1 and MC3, respectively.

Hence, it is likely that the drop in the rate of development of compressive strength in later ages is related to a greater number of AFm and AFt phases formed, to the detriment of C-S-H [4, 21, 22].

As for the alkali activation of mixtures containing metakaolin, the MC4

experiment (50 % MK and 15 % Na_2O) revealed results below expectations. It was believed that the presence of alkalis in the solution would further increase the reactivity of MK. The pH equal to 11, recorded in this experiment shortly after mixing, did not cause an increase in initial resistances. At 1 day of age, the compressive strength values were similar to the reference values. From the third day of hydration, gradual losses of resistance were recorded. However, there was not macroscopically any indication of expansive stresses and breakdown of sand particles.

SEM analysis of these pastes (MC4) at 7 days of age revealed a heterogeneous microstructure, quite different from that presented by the paste with 50 % MK and without activation (MC3), where small acicular crystals rich in aluminum and calcium, but without traces sulfur, appear in the middle of a porous mass of C-S-H and C-S-(A)-H phases. In aluminous cements (CACs), the formation of this phase, identified as CAH_{10}, is common, especially when the Al_2O_3/CaO ratio in cement is high. These hexagonal aluminates are also unstable and are transformed into C_2AH_6 during hydration [4, 21].

The high sodium content detected by EDS suggests that these ions are combined in the structure of C-S-(A)-H and not only adsorbed on its surface. Figure 7 [a] shows details of the formed microstructure. The high porosity presented by the microstructure, and the presence of a large quantity of hydrated calcium aluminate crystals, confirm the possibility of the gradual reduction in strength being caused by the eventual volume loss associated with the phase transformations that occurred in these compounds. According to the literature [5, 7, 9], alkali ions in high concentration in the liquid phase contribute to the formation of AFm phases like CAH_{10}, C_4AH_{13} and C_2AH_{10}, while reducing the formation of ettringite.

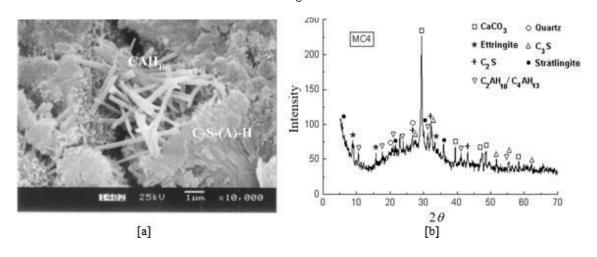
The MC4 X-ray diffractogram after 28 days of age is shown in Figure 7[b]. The results also reveal the absence of portlandite and the formation of ettringite and calcium aluminates, as well as strätlingite and remaining C_3S, in addition to C_2S, confirming the SEM analysis. It is likely that the CAH_{10} diffraction peaks have been confused with those generated by the other aluminate phases [4].

The formation of NaOH crystals was not detected, as occurred in the paste with 0 % MK and activated with 15 % Na_2O - MC2 (Figure 4 [a]), indicating that all the sodium present is combined or adsorbed in the hydrated phases.

The porosity of the microstructure shown in Figure 7 [a] is related to the

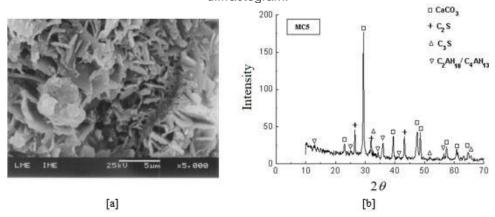
reduction of the metakaolin solubility, as well as to the structural instability of the formed aluminate phases and the probable formation of delayed ettringite. The presence of C_2S and C_3S indicates that the hydration of the cement was delayed. As the mixing water was less "hard" with the addition of alkalis, the consistency obtained in the paste with 50% MK was considered satisfactory, even though the water/binder ratio was kept constant. However, it is possible that the dispersion of the particles was impaired when incorporating the MK and that the water content was not sufficient to guarantee the total hydration of the mixture.

The experiment with 25 % MK and 7.5 % Na_2O (MC5), showed better results of early strength. At 1 day of age the average compressive strength achieved was twice that of the reference mortar. However, as of the third day of hydration, the resistance gain was minimal, equivalent to the results of the experiment with 0% MK and 15 % Na_2O (MC2).

Figure 7 – [a] Micrograph (SEM) of the paste with 50% MK and 15% Na_2O (MC4) at 7 days of age. Detailof the formation of aluminate phases type CAH_{10} (10,000X). [b] X-ray diffractogram, at 28 days of age.

The microstructure images at 7 days of age revealed the formation of lamellar crystals randomly arranged among themselves, on the C-S-H and/or C-S-(A)-H matrix. EDS analyzes of these crystals showed high levels of calcium (62 %) and silicon (20.5 %) and traces of aluminum (16.2 %) and sodium (1.3 %). Figure 8 [a] shows details of the formed microstructure.

As expected, the lower content of MK, associated with alkali activation ensured the formation of a more compact and homogeneous microstructure. There was a considerable increase in compressive strength until 3 days of age, but from then on,

there was no evolution (Figure 2). It is assumed that, at ages over 3 days, the volumetric variation resulting from the transformations of the AFt and AFm phases has contributed negatively to the strength. As the Na_2O content was lower than in the MC2 (7.5%), there was no crystallization in the matrix and, with that, there was no gradual loss of resistance at older ages. It is also likely that the continuous formation of hydration products has compensated for any damage caused by the AFt and AFm phases, guaranteeing the stability of the strength. The X-ray diffractogram of the MC5 sample is shown in Figure 8 [b].

Figure 8. [a] Micrograph (SEM) of the paste with 25 % MK and 7.5 % Na_2O (MC5) at 28 days of age. Details of hydrated calcium silico-aluminate particles morphology (5,000X). [b] Respective X-ray diffractogram.

The results of X-ray diffraction confirm the microscopic analysis, showing the presence of aluminates and the absence of portlandite and ettringite.

The MC6 and MC7 experiments are replicas of the MC5 and served to evaluate the experimental error. Table 4 shows the results obtained in these experiments.

Table 4. Compressive strength results presented by replicas of the MC5 Experiment.

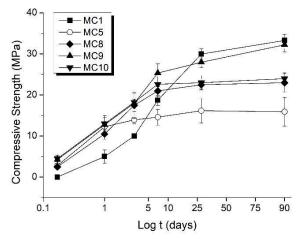
Exp	Age (days)	σc (MPa)	SD (MPa)	CV(%)
MC5	1	12.24	0.58	4.71
	3	14.48	0.46	3.15
	7	13.74	0.46	3.32
	28	16.48	1.51	9.17
MC6	1	12.24	0.20	1.67
	3	14.36	0.25	1.74
	7	15.73	0.87	5.50
	28	15.23	1.32	8.67
MC7	1	12.24	0.50	4.08
	3	12.99	0.64	4.97
	7	14.30	1.54	10.80
	28	16.73	1.10	6.56

σ_c – Compressive strength; SD - Standard deviation; CV – Coefficient of variation.

The dispersion measures for the MC5, MC6 and MC7 experiments that indicate the experimental error, were considered satisfactory.

3.2 Comparisons between types of activator (MC5 to MC10)

The MC8, MC9 and MC10 experiments, with the same MK content (25 %) and activator content (7.5 %), but with different types of activator, K_2O, Na_2SiO_3 and K_2CO_3, respectively, showed similar rates of development resistance, up to 3 days old. After 7 days, the results of compressive strength obtained were all different, but still higher than those of MC5, with Na_2O (Figure 9).

Figure 9. Variation of compressive strength according to age. Experiments MC1 (reference) and MC5 to MC10 (25 % MK and 7.5 % different types of alkali activator).

The experiments with 25 % MK and 7.5 % K_2O (MC8) and with 25 % MK and 7.5 % K_2CO_3 (MC10), which showed very close compressive strength values, also developed similar microstructures. The images obtained by SEM revealed massive formation of C-S-H and C-S-(A)-H products with high potassium levels (~ 8 %). Small lamellar particles with rounded edges also occurred throughout the matrix (Figure 10 [a]).

The semi-quantitative chemical analysis of these particles (obtained by EDS) showed the following average composition: 51.8 % CaO, 13 % SiO_2, 26.1 % Al_2O_3 and 8.3 % K_2O. The high aluminum content indicates the formation of hydrated calcium and potassium aluminate phases, and the high affinity of this element to replace calcium in the hydrated phases. Figure 10 [b] shows the X-ray diffractograms

of the samples MC8 and MC10.

In the experiment with 25 % MK and 7.5 % Na_2SiO_3 (MC9), which showed the best results in compressive strength, a small reduction in the rate of resistance development was detected between 7 and 28 days, but after 28 days the rate initial resumption.

As shown in Figure 9, at 1 day of age, the levels of compressive strength achieved by the MC9 were three times the reference experiment (MC1). At 28 days, MC1 and MC9 reached very close levels and, at 90 days, MC9 showed about 10% more compressive strength.

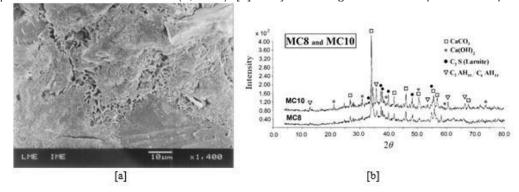
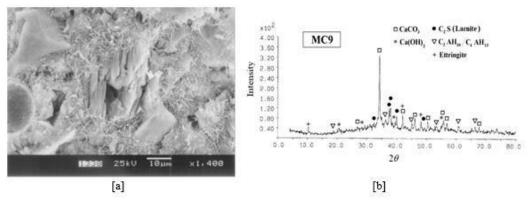
Figure 10 – Micrographs (SEM) of the microstructures typical developed by the MC8 and MC10 pastes.Porous microstructure (1,400X). [b] X-ray diffractogram of the respective samples.

The details of the fractured surfaces of these pastes, at the age of 28 days, are shown in Figure 11[a]. The micrographs reveal the formation of short needle crystals radiating from the matrix, rich in SiO_2, CaO and Al_2O_3, but also showing traces of Fe_2O_3, SO_3 and alkalis, as detected by EDS. Portlandite crystals are still found in the microstructure, but showing an irregular morphology, suggesting that they are being consumed by reactions with MK. The X-ray diffractogram of the paste with 25 % MK and 7.5 % Na_2SiO_3 (MC9) at 28 days of age is shown in Figure 11 [b]. $CaCO_3$, C_2AH_{10}, portlandite, ettringite (delayed) and C_2S were identified again (larnite).

Figure 11 – [a] Micrographs (SEM) of the paste with 25 % MK and 7.5 % Na_2SiO_3 (MC9) at 28 days of age. Presence of ettringite crystals radiating from the matrix of C-S-H and C-S-(A)-H, and detail of a portlandite crystal partially consumed by pozzolanic reactions. [b] X-ray diffractogram of the MC9 at 28 days of age.

According to the compressive strength results, it is likely that between 28 and 90 days, the remaining portlandite was consumed to form more C-S-H and C-S-(A)-H from MK. Another assumption is that, because it contains silica, the activator Na_2SiO_3 functioned as pozzolan, promoting the formation of more C-S-H and C-S-(A)-H phases and contributing to the maintenance of better mechanical stability [23]. For a definitive conclusion, it is necessary to analyze the evolution of the microstructure as a function of time until more advanced ages.

3.3 Analysis of pastes with intermediate contents of metakaolin (MK), not activated and activated by sodium silicate (SS)

The analysis of pastes with 10 to 70 % of MK, not activated and activated with 5 % wt/wt Na_2SiO_3 (SS), provided very conclusive results. The paste containing 10 % addition of MK and without activation (10M) showed, at 28 days of age, massive microstructure, with high levels of Al and Si and Ca, according to analysis by EDS. Hydrates of acicular morphology emerge from the surface, which may be “outer” C- S-H or ettringite, since traces of sulfur were detected (Figure 12 [a]).

The addition of 5 % Na_2SiO_3 caused a slight change in the microstructure (10MSS). The matrix composed of C-S-H and/or C-S-(A)-H seems less compact and with a low degree of solubilization. It is possible to notice the formation of shorter and evenly distributed ettringite crystals throughout the matrix. Figure 12 [b] shows details of the formed microstructures.

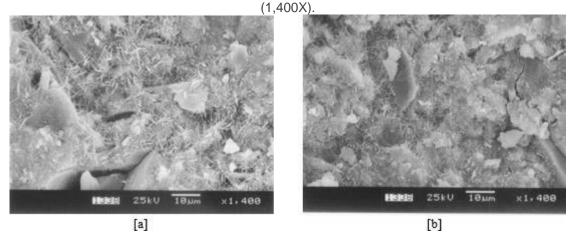
Figure 12 – Micrographs (SEM) of the pastes containing: [a] 10 % MK (10M). [b] 10 % MK and 5 % Na_2SiO_3 (10MSS) – Both showing formation of massive hydrated products and ettingite fibrils (1,400X).

The DSC curves of the 10M and 10MSS pastes are shown in Figure 13. There was a small variation in the intensity of the endothermic peak associated with C-S-H, caused by the formation of more phases AFt and AFm. The lower intensity of the portlandite dissolution peak reveals that this phase was consumed to form C-S-H or C-S-(A)-H. The curves also show a tendency for significant differences between the endothermic peaks associated with the dissolution of $CaCO_3$. However, the available equipment did not allow analysis of the transitions at higher temperatures.

Figure 13 – DSC curves for 10M and 10MSS pastes.

The addition of 20 % MK and without alkali activation (20M), became more evident the influence of pozzolan in the formation of delayed ettringite. At 28 days, there is still a large amount of these crystals covering the entire fracture surface. Figure

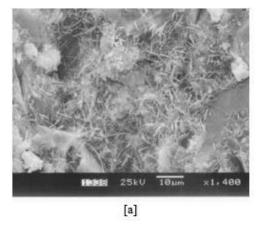
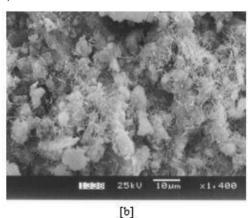
14 [a] shows images of the developed microstructure. The rupture occurred through the ettringite crystals, which are relatively weaker than the C-S-H matrix, revealing regions where there is a higher concentration of these crystals and, consequently, more high porosity.

The paste with 20 % MK and 5 % Na_2SiO_3 (20MSS) also showed formation of ettringite, but in lower concentration. It was also noted that there was only a partial solubilization of the MK particles, suggesting that the alkali activation caused a reduction in the wettability of these particles. Figure 14 [b] shows micrographs of the 20MSS paste, at 28 days of age.

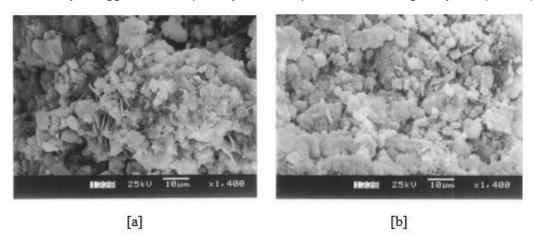
The results of the analysis of the paste with 50 % MK and without alkali activation (50M) have already been presented and discussed in relation to the MC3 experiment, since the samples are identical. In the activation of these pastes, with 5 % Na_2SiO_3 (50MSS) the micrographs showed the formation of a microstructure quite different from that presented by the experiment with 50 % MK and 15 % Na_2O (MC4) (Figure 15 [a]). Small crystals of hydrated calcium aluminate (C_4AH_{13} and C_2AH_{10}) occurred on the surface of large agglomerates formed by semi-dissolved MK particles and a porous mass rich in Ca, Si and Al, probably C-S-(A)-H. No acicular crystals of CAH_{10} were found as seen in MC4. Again, a reduction in compactness was noted when compared to the not activated sample (50M).

Figure 14 – Micrographs (SEM) of the pastes containing: [a] 20 % MK and 5 % Na_2SiO_3 (20MSS). [b] 20 %MK and 5 % Na_2SiO_3 (20MSS) – Again, delayed ettingite crystals covering all microestructure (1,400X).

[a]

[b]

The paste with 70 % metakaolin showed a low degree of solubilization (70M). However, ettringite formation was still detected among unreacted grains, which was probably responsible for the mixture hardening. The details of the microstructures

formed at 28 days are shown in Figure 15 [b].

Figure 15. Micrographs (SEM) of the pastes containing: [a] 50% MK and 5% Na_2SiO_3 (50MSS). Porous microstructure formed by large particleboard (1,400X); [b] 70% MK (70M). Microstructure formed by theagglutination of partially dissolved particles and ettringite crystals (1,400X).

The unreacted metakaolin particles are easily identified in the microstructure, but the analysis by EDS reveals traces of calcium in its composition. As this analysis detects elements on the sample surface, it is assumed that the calcium signal is due to the presence of the precipitated hydroxide on the surface of the MK grain.

The paste with 70 % MK and 5 % Na_2SiO_3 (70MSS) showed an even lower degree of solubilization, even at 28 days of age (Figure 16 [a]). Comparing the micrographs of the 70M and 70MSS pastes, the influence of the presence of the activator is clear.

As previously discussed, the presence of alkalis reduces the solubility of CaO, however it increases the diffusivity of hydroxyl ions and the addition of metakaolin accelerates the initial hydration of Portland cement since it also has reactive alumina in its composition.

According to the literature [15], electrical conductivity data obtained indicate that the ionic concentrations and the mobilities of Ca^{2+}, OH^-, SO_4^{2-}, Na^+ and K^+ ions decrease rapidly after the initial hydration of Portland cement. These ions are rapidly adsorbed by the formation of a thin layer of hydration products, which forms a shell around the anhydrous cement particles functioning as an osmotic membrane, as discussed earlier. This shell consists of double-charged layers of adsorbed calcium ions and other ionic species that lead to a decrease in both the number and mobility of the ions, reducing the rate of hydration.

The microstructure formed in 70MSS paste is similar to that observed in Portland cement pastes with few hours of hydration.

As the activator Na_2SiO_3 has 35.6 % of SiO_2 in its composition, when added to the mixture, it also contributes to the modification of the molar ratios between silica and other compounds. Figure 16 [b] shows the variation of the SiO_2/Al_2O_3 and SiO_2/CaO ratios, depending on the content of addition of MK and Na_2SiO_3 activator.

It is possible to clearly see the increase in the content of Al_2O_3 with the addition of MK. The influence of the activator as a supplemental source of silica is also evident. If the SiO_2/CaO ratio is taken as an index of reactivity, it is clear to conclude why the pozzolanic activity falls too low for high levels of pozzolan addition, as indicated by the compressive strength results and the microstructures discussed previously. Since the pozzolanic reaction occurs between the silica from the pozzolan and the calcium hydroxide released during the hydration of the Portland cement silicates, the higher the SiO_2/CaO ratio, the lower the reactivity of the mixture.

Figure 16. [a] Micrograph (SEM) of the pastes containing 70% MK and 5% Na_2SiO_3 (70MSS). Open microstructure, showing a low degree of hydration and agglutination of the MK particles (1,400X); [b] Variation of SiO_2/Al_2O_3 and SiO_2/CaO molar ratios with MK content.

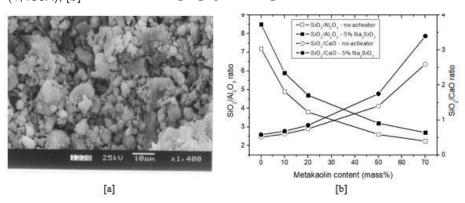



Figure 17 [a] shows the evolution of the DSC curves with the MK content. Even for low levels of addition, the DSC results show a marked reduction in the intensity of the first endothermic peak (100-150 ^oC), indicating that there was a reduction in C-S-H or C-S-(A)-H products. However, the addition of metakaolin caused greater formation of calcium aluminate phases and also increased the aluminum content in the matrix. Metakaolin promoted the formation of type C-S-(A)-H phases and these showed water loss at lower temperatures (100-130 ^oC).

For contents of 50 and 70 % of MK (samples 50M and 70M), the reduction in the intensity of the first endothermic peak, revealed the occurrence of a new transition

at about 150 ºC, nonexistent or superimposed by the main peak for contents from 0 to 20 % metakaolin. According to the literature, this peak is related to the dissolution of the hydrated calcium aluminate phases, mainly of C_4AH_{13} [16]. Similar transitions are also reported in the literature with respect to CAH_{10} fibrous crystals, which occur in aluminous cements [5, 9].

In the second main peak, associated with the dissolution of portlandite, there was a continuous reduction in its intensity with an increase in the metakaolin content. In the sample with 20 % MK (20M), there was a reduction in the peak of portlandite (between 450 and 500 ºC), compared with the sample with 10 % MK (10M), and also greater formation of C-S-H. The DSC curves for samples 50M and 70M showed no indication of the presence of portlandite.

For samples activated with 5 % Na_2SiO_3 (10MSS to 70MSS), the DSC curves also showed a marked reduction in the intensity of the endothermic peaks (Figure 17 [b]). Comparing the 10MSS and 20MSS samples, in the latter there was a greater reduction in the portlandite peak, but there was also less C-S-H formation.

Figure 18 [a] shows the evolution of X-ray diffractograms as a function of the MK content of not activated samples. The results confirm the previous observations, about the formation of ettringite and hydrated calcium aluminates and the reduction of the formation of portlandite. The XRD spectra also show the possible formation of strätlingite. Figure 18 [b] shows the evolution of the X-ray diffraction spectra for samples activated with 5 % Na_2SiO_3. For the activated sample, with 0% MK (0MSS), the results show that there was low consumption of C_2S and C_3S, indicating that Na_2SiO_3 delayed its hydration.

With the increase in the MK content, there was a reduction in the intensity of the reflections of these compounds, indicating a higher degree of dissolution. Another evidence was the intensity of the portlandite peaks, which increased in the 10MSS sample, compared to the reference sample (0MSS). The formation of ettringite and hydrated calcium aluminates with hexagonal structure was also confirmed. Although marked in the XRD spectra, it was not possible to conclude with accuracy if there was formation of strätlingite, since its characteristic peaks coincide with those of other AFm phases.

Another fact evidenced by the results is the marked presence of $CaCO_3$ in all samples analyzed. This fact reinforces the hypothesis of the occurrence of alkaline

hydrolysis, where alkalis catalyze the formation of $CaCO_3$ from hydrated calcium aluminates [20]. It is supposed that metakaolin also contributes to the formation of $CaCO_3$, since it is an extra source of aluminum for the formation of hydrated calcium aluminates.

Figure 17 – [a] Micrograph (SEM) of the pastes containing 70 % MK and 5 % Na_2SiO_3 (70MSS). Open microstructure, showing a low degree of hydration and agglutination of the MK particles (1,400X); [b] Variation of SiO_2/Al_2O_3 and SiO_2/CaO molar ratios with MK content.

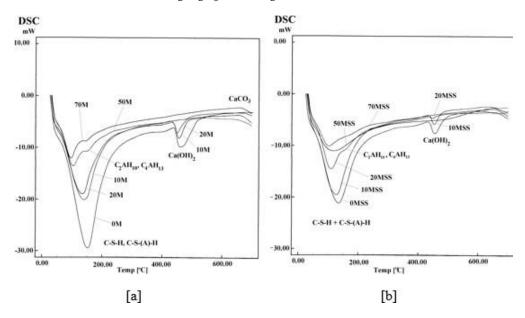
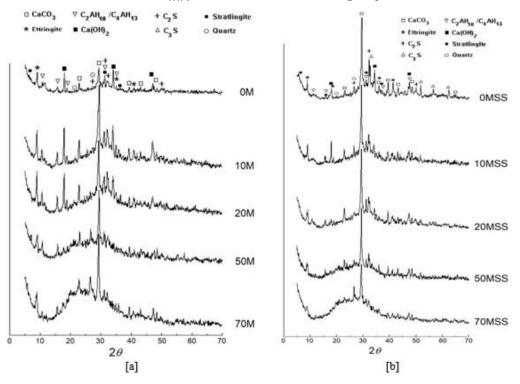



Figure 18 – X-ray diffractograms of samples, containing: [a] 0 to 70 % MK (not activated); [b] 0 to 70 % MK and activated with 5 % Na_2SiO_3.

4. CONCLUSIONS

Half-factorial planning allowed to analyze trends and identify the best conditions for combining the chosen reagents. The results clearly showed the influence of the MK pozzolanic activity and the type and content of activator used, in the development of compressive strengths of BFPC-MK blends.

The use of MK accelerates the hydration of Portland cement silicates, because it has aluminum in its composition. High initial strengths are obtained for addition contents of 50% MK. The consumption of portlandite and the extra formation of C-S-(A)-H phases are the main positive effects registered. However, MK also promotes the formation of ettringite and unstable hydrated calcium aluminate phases, which, with the progress of hydration, undergo a change in structure and volume loss, contributing to the reduction of final strengths.

Alkali activators, when incorporated into the mixture, reduce the solubility of calcium and in contact with the MK, contribute to the formation of more hydrated calcium aluminate phases and to the reduction of the formation of delayed ettringite. However, the alkalis do not prevent the phase transformations of the CAH_{10}, C_2AH_{10}, C_4AH_{13} to C_2AH_6 aluminates to occur and, as a result, the loss of mortar compression strength in older ages is even greater. For samples with contents above 10 %, alkalis crystallize amidst the hydrated phases, breaking the matrix continuity, reducing the mechanical strength. Among the alkali activators, sodium silicate (Na_2SiO_3) provided the best results in compressive strength. Because it is a silicate, silica is supposed to have contributed to reducing the formation of unstable aluminates by the formation of strätlingite and C-S-(A)-H products.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank CAPES and CNPq for the financial support to students (scholarships), IME for the analyzes by SEM/EDS and DSC, and PUC-Rio for the analyzes by XRD, and the reviewers for the suggestions that improved the quality of this work.

REFERENCES

[1] PROVIS J. L, "Alkali activated materials". *Cement and Concrete Research*, v. 114, pp:40-48, 2018.

[2] ABDOLLAHNEJAD, Z.; HLAVACEK, P.; MIRALDO, S.; PACHECO-TORGAL, F. "Compressive strength, microstructure and hydration products of hybrid alkaline cements", *Materials Research*, v. 17, n. 4, pp: 829-837, 2014.

[3] ROY, S.; CHANDA, S. K.; BANDOPADHYAY, S. K.; GHOSH, S. N. "Investigation of Portland slag cement activated by waterglass". *Cement and Concrete Research*, v. 28,n. 7, pp. 1049-1056, 1998.

[4] MANSUR, L. F.; SANTANA, C. M. A.; PIRES, E. F. C.; ABREU, F. L. B.; MOUNZER, E. C.; SILVA, F. J. "Microestrutura e propriedades físicas e mecânicas de cimento Portland tipo II álcali-ativado". *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 11, pp.84929-84951, 2020.

[5] ODLER, I. "Hydration, setting and hardening of Portland cement", In: Peter C. Hewlett. (ed), *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, 4 ed,London, UK, Elsevier, 2004.

[6] SCRIVENER, K. L.; JOHN, V. M.; GARTNERC, E. M. "Eco-efficient cements: potential economically viable solutions for a low-CO2 cement-based materials industry",*Cement and Concrete Research*, v. 114, pp. 2-26, 2018.

[7] Bernal, S. A.; Gutierrez, R. M.; Rodríguez, E. D. "Alkali-activated materials: cementing a sustainable future", *Ingeniería y Competitividad*, v. 15, n. 2, pp. 211-223, 2013.

[8] LUUKKONEN, T.; ABDOLLAHNEJAD, Z.; YLINIEMI, J.; KINNUNEN, P.; ILLIKAINEN, M. "One-part alkali-activated materials: a review", *Cement and Concrete Research*, v. 103, pp. 21–34, 2018.

[9] ALASTAIR, M.; ANDREW, H.; PASCALINE, P.; MARK, E.; PETE, W. "Alkali activation behaviour of un-calcined montmorillonite and illite clay minerals", *Applied Clay Science*, v. 166, pp. 250–261, 2018.

[10] BAJZA, A.; ROUSEKOVÁ, I. ZIVICA, V. "Silica fume-basic blast furnace slag systems activated by Na alkali silica activator", *Cement and Concrete Research*, v. 27, n.2, pp. 1825-1828, 1997.

[11] VILLAS-BÔAS, R. *"Arranjos ortogonais de taguchi: os Ln(2k)"*, Série qualidade e produtividade. CETEM/CNPq, 1996.

[12] WEISER, M. W.; FONG, K. B.; "Application of the taguchi method of experimental design to improving ceramic processing", *Engineering*, v. 73, n. 1, pp. 83-86, 1994.

[13] CLARK, G., M. "*Statistics and experimental design*", Edward Arnold, 2 ed, 1980.

[14] SILVA, F. J. “*Reforço e fratura em compósitos de matriz álcali-ativada*”, Tese de Doutorado, IME, 2000.

[15] KARATAS, M.; DENER, M.; MOHABBI, M.; BENLI, A. “A study on the compressive strength and microstructure characteristic of alkali-activated metakaolin cement”, *Revista Matéria*, v. 24, n. 4, e-12507, 2019.

[16] MORSY, M. S.; EL-ENEIN, S. A.; HANNA, G. B. “Microstructure and hydration characteristics of artificial pozzolana-cement pastes containing burnt kaolinite clay, *Cement and Concrete Research*, v. 27, n. 9, pp. 1307-1312, 1997.

[17] GERALDO, R. H.; OUELLET-PLAMONDON, C. M.; MUIANGA, E. A. D.; CAMARINI, G. “Alkali-activated binder containing wastes: a study with rice husk ash and red ceramic”, *Cerâmica*, v. 63, pp. 44-51, 2017.

[18] AMIN, M. S.; ABO-EL-ENEIN, S. A.; RAHMAN, A. A.; ALFALOUS, K. A. “Artificial pozzolanic cement pastes containing burnt clay with and without silica fume: physicochemical, microstructural and thermal characteristics”, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, v. 107. n. 3, pp. 1105-1115, 2012.

[19] TORRES-CARRASCO, M.; PUERTAS, F. “Alkaline activation of different aluminosilicates as an alternative to Portland cement: alkali activated cements or geopolymers”, *Revista Ingeniería de Construcción*, v.32, n. 2, 2017.

[20] RAHIM, R. H. A.; RAHMIATI, T.; AZIZLI, K. A.; MAN, Z.; NURUDDIN, M. F.; LUKMAN, I. “Comparison of using NaOH and KOH activated fly ash-based geopolymer on the mechanical properties” *Materials Science Forum*. Trans Tech Publications,Switzerland, v. 803, pp. 179-184, 2015.

[21] SCRIVENER, K. L.; CAPMAS, A. “Calcium aluminate cements”. In: *Lea’s Chemistry of Cement and Concrete*. Ed. Arnold, Londres. 1998:709-778.

[22] SILVA FILHO, S. H.; BIESEKI, L.; MAIA, A. A. B.; TREICHEL, H.; ANGELICA, R. S.; PERGHER, S. B. C. “Study on the NaOH/metakaolin ratio and crystallization timefor zeolite a synthesis from kaolin using statistical design”, Materials Research, v. 20, n.3, pp. 761-767, 2017.

[23] Azevedo AGS, Streckera K, Barrosa LA, Tonholo LF, Lombardi CT. Effect of curing temperature, activator solution composition and particle size in brazilian fly-ash based geopolymer production. Materials Research, 2019;22(suppl.1): e20180842.

CAPÍTULO 08

BIOGEOGRAFIA DOS ENXAMES DE GAFANHOTOS SCHISTOCERCA CANCELLATA, HISTÓRICO DE OCORRÊNCIAS E AS IMPLICAÇÕES PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA

Giorgio da Silva Grigio
Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Nove de Julho, UNINOVE, Brasil Campus Memorial
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP, 01156-050
E-mail: ggrigio1000@hotmail.com

Rute Britto do Nascimento
Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Nove de Julho, UNINOVE, Brasil Campus Memorial
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP, 01156-050
E-mail: rutebritto26@gmail.com

Vitor Florido Aragon
Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Nove de Julho, UNINOVE, Brasil Campus Memorial
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP, 01156-050
E-mail:vitoraragon@outlook.com.br

RESUMO: Com o intuito de apresentar o histórico biogeográfico de enxames de gafanhotos e entender as migrações da espécie gregária Schistocerca cancellata, este trabalho, por meio do levantamento bibliográfico visará explicar os impactos causados por tais migrações aos países agricultores como o Brasil. Os gafanhotos da espécie Schistocerca cancellata, possuem padrões de comportamento migratórios e as junções de populações de baixa densidade, se assemelham aos de enxames durante aspragas, é comum aparecerem durante períodos de inverno nas áreas de recessões ou de baixos níveis pluviométricos, e à medida que as temperaturas aumentam, os gafanhotos começam a se deslocar, alimentando-se das vegetações disponíveis. São encontrados quase na totalidade no subtrópico sul da América do Sul, localidade geográfica com grandes índices de países agricultores, sendo o próprio exemplo o Brasil, que por sua vez, já obteve históricos da presença de enxames desta praga nos anos de 1938, 1942 e 1946, sendo este último o mais recente que levou a grande perda de lavouras, até a possibilidade do presente momento que exigiu do governo medidas preventivas ao combate a praga caso adentre realmente em território brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: Nuvens de gafanhotos; Pragas de gafanhotos; Infestações por gafanhotos; MAPA; Locust; Langosta.

ABSTRACT: In order to present the biogeographic history of swarms of locusts and to understand the migrations of the gregarious species Schistocerca cancellata, this work through bibliographic survey will aim to explain the impacts caused by such migrations to farming countries like Brazil. Locusts of the species Schistocerca cancellata, have patterns of migratory behavior and the junctions of low-density populations, resemble those of swarms during pests, it is common to appear during winter periods in areas of recessions or low rainfall levels, and as temperatures rise, locusts start to move,

feeding on available vegetation. They are found almost entirely in the southern subtropics of South America, a geographic location with high rates of farming countries, with Brazil it self being the example, which in turn has already obtained histories of the presence of swarms of this pest in the years 1938, 1942 and 1946, the latter being the most recent that led to the great loss of crops, until the possibility of thepresent moment that demanded preventive measures from the government to combat the pest if it really enters Brazilian territory.

KEYWORDS: Grasshopper clouds; Grasshopper pests; Grasshopper infestations; MAPA; Locust; Langosta.

1. INTRODUÇÃO

A dispersão geográfica dos gafanhotos é grande, ou seja, são encontrados em diferentes ecossistemas, exceto os marinhos, pois apresentam capacidade de adaptação e tolerâncias fisiológicasnas diferentes fases dos ciclos de sua vida, deste modo possibilitando que encontrem nestes distintos territórios um estado ótimo para continuidade de sua vida (FERNANDES, 2018). É possível encontrar relatos das pragas de gafanhotos por toda a extensão do planeta, sendo estas relações negativas, e umadas principais formas de registros são os contos, que se dão como eternizados nos livros sagrados de diversas religiões, a famosa Praga do Egito da história de Moisés e os mitos de castigos vindos dos imperadores chineses são exemplos destes contos (FERNANDES, 2018).

De acordo com Fernandes (2018), as pragas de gafanhotos foram relatadas e registradas em diversos momentos, mesmo que em poucas vezes durante a antiguidade, porém o início de sua frequência foi no século XIV registradas apenas como ilustrações e no XV em arquivos europeus escritos. Fernandes explica que o biólogo inglês Stuart Pennington, no seu livro La Langosta Argentina: su vida, dessarollo e migraciones de 1897, escreveu um capítulo inteiro dedicado aos relatos de pragasque ocorreram em diferentes partes do mundo durante o século XIX, como Espanha (1866 a 1876), Rússia (1800 a 1861), China (1824) e Egito (1799). Deste modo, Fernandes correlaciona os registros de Stuart, o contato humano da época e as pragas de gafanhotos, com as espécies que possuem costumes gregários ou migratórios, sem alimentação seletiva.

Os padrões de comportamento migratório e as junções de populações de baixa densidade, se assemelham aos de enxames durante as pragas, embora ocorram em menor escala geográfica. Como os enxames, as populações de baixa densidade, são mais comuns no inverno nas áreas de recessão ou baixos níveis pluviométricos (WALOFF e PEDGLEY, 1986). Conforme demonstrado por Waloff e Pedgley, à medida que as temperaturas aumentam, os gafanhotos começam a se deslocar e enquanto se movem, eles se alimentam da vegetação fresca disponível e em seguida se preparam para partir em direção a outro território.

Pertencente ao gênero Schistocerca e localizado quase na totalidade no subtrópico sul do continente americano, os gafanhotos da espécie S. cancellata, apresentam-se com surtos populacionais que se espalham na forma de pragas

(WALOFF e PEDGLEY, 1986). Entre 1961 e 1971, inúmeras ocorrências foram relatadas em Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja, San Juan, San Luis e Córdoba, o monitoramento realizado para acompanhar os enxames também ocorreram nas partes norte e nordeste da área de recessão, em Chaco e Formosa, na Argentina, e sua extensão no Paraguai e Bolívia (WALOFF e PEDGLEY, 1986).

Assim como em outros países da América do Sul, o Brasil também tem registrado casos de invasões por gafanhotos desde 1640, porém de forma mais recorrente no início do século XX (FERNANDES e PADUÁ, 2017). Considerada uma espécie potencialmente perigosa para o Brasil a Schistocerca cancellata, conhecido localmente por gafanhoto migratório, por apresentar o padrão de polimorfismo em suas diferentes fases da vida, com alternáveis níveis populacionais, podem invadir e devastar extensas áreas cultivadas, como ocorreu nos anos de 1938, 1942 e 1946, que tiveram registros de grandes invasões, principalmente na região sul do Brasil (LECOQ, 1991). Desde então, o território brasileiro não foi mais atacado por esta espécie, deste modo faz parecer que Schistocerca cancellata esteve sob controle em território argentino (EMBRAPA), até a presente possibilidade no ano de 2020. Porém, em 1984 e 1985, ocorreu a invasão de nuvens de outra espécie de gafanhotos, sendo ela a Rhammatocerus schistocercoides o que exigiu ações governamentais ao combate da praga, semelhantes as atuais (CARBONNEL, 1988; LECOQ, 2006).

2. OBJETIVO

O artigo tem como objetivo geral, fazer um levantamento histórico dos enxames de gafanhotos principalmente na América do Sul, compreender a biogeografia e as migrações da espécie de gafanhoto Schistocerca cancellata e analisar as possíveis consequências na agricultura e na economia do Brasil.

3. METODOLOGIA / MÉTODO DE ANÁLISE

A metodologia de desenvolvimento deste trabalho foi baseada na pesquisa bibliográfica acerca do tema de biogeografia histórica em artigos científicos, documentos, artigos de jornais, revistas, entrevistas, fotografias e informações disponíveis nas plataformas digitais.

O método de análise foi buscar nas bases literárias conteúdos confiáveis e

dados científicos que abordam o assunto sobre a praga de gafanhotos Schistocerca cancellata de 2020, que está ocorrendo em território argentino, mas que podem causar possíveis implicações para a agricultura do Brasil, além deste, foi realizado um levantamento histórico de outras infestações de gafanhotos registradas na América do Sul. A pesquisa foi realizada com a utilização das palavras-chave: "nuvens de gafanhotos", "pragas de gafanhotos", "infestações por gafanhotos", "MAPA", "locust" e "langosta", com o intuito obter informações relevantes e verificar a importância do tema.

4. RESULTADOS

As pragas de gafanhotos são relatadas há muito tempo por todo o mundo, e os enxames normalmente são compostos por uma ou duas espécies de gafanhotos. A praga de gafanhotos de 2020 que ocorre nas províncias do norte da Argentina, diferente dos relatos mundiais, é composta na sua totalidade pela espécie de gafanhotos Schistocerca cancellata, inseto pertencente ao gênero dos Schistocerca, família Acrididae, ordem Orthoptera. A espécie possui uma ampla área de distribuição geográfica, adaptada as regiões áridas e semiáridas, ocorrem no centro e norte da Argentina, Uruguai, Paraguai, sul do Brasil, sudeste da Bolívia e centro e norte do Chile (POFFO et al, 2018).

Estudos demonstram que é uma espécie solitária quando no estágio de ninfa, porém quando atinge a fase adulta ela se torna gregária, formando gigantescas nuvens constituídas por mais de 40 milhões de indivíduos que medem 5,5 a 6,5 cm de comprimento. Os corpos dos indivíduos são recobertos por um exoesqueleto queratinizado, as asas são rendadas e a coloração em geral é compostapor diversos tons de marrom, sendo bem distintas nas fazes do desenvolvimento (LANGOSTAS Y TURUCAS, 2020).

A fase de postura ocorre em ambiente favorável, com condições climáticas adequadas, como temperatura, dinâmica dos ventos, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada, assim como a ausência de predadores, parasitoides e doenças, conferindo à espécie o sucesso reprodutivo (MAPA/DSV, 2020). É observado que um gafanhoto adulto ovoposita em buracos no solo, entorno de 80 a 120 ovos por postura, com o desenvolvimento das ninfas até a maturidade, passam a ter uma grande tendência migratória na busca por alimentos.

Segundo o Ministério da Agricultura da Argentina (2020), por meio do Programa Nacional de Langostas y Tucuras, a Schistocerca cancellata tem capacidade de agregar-se ativamente e formar nuvens, que podem desenvolver alta velocidade, possibilitando que percorram longas distâncias, podendo chegar a 150 km por dia. É uma espécie de hábito polífago, que se alimenta de vegetação nativa, lavouras agrícolas e hortas domésticas, somado com a velocidade e o número de indivíduos de um enxame, confere à S. cancellata o status de grande ameaça às atividades agropecuárias de qualquer país.

Figura 1 – Ninfas de schistocerca cancellata em distintas fases.

Fonte: Ministerio De Agricultura, Ganadería y Pesca, 2020.

Figura 2 – Ninfas de schistocerca cancellata.

Fonte: Ministerio De Agricultura, Ganadería y Pesca, 2020.

A atual infestação de gafanhotos Schistocerca cancellata teve seu início na região norte da Argentina, quando foi detectado em 23 de janeiro de 2020, 30 grupos de ninfas na fronteira com o Paraguai, na província de Salta e na região do Valle de

Translasierra na província de Córdoba. Em junho, já adultos os gafanhotos gregários, iniciaram a migrando na direção sul do continente sul americano, passando pelas províncias argentinas de Salta, Chaco, Santa Fé e Corrientes, esta última, faz fronteira com o estado do Rio Grande do Sul (SENASA, 2020).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento juntamente com as Superintendências Federais de Agricultura e os órgãos estaduais de Defesa Agropecuária nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, bem como as unidades federais de vigilância agropecuária localizadas na fronteira com o Rio Grande do Sul, estão em constante monitoramento da nuvem, que segue em direção ao Uruguai, e cruzando os dados da previsão meteorológica para o período, a probabilidade é bem remota que haja o avanço da nuvem em território brasileiro (MAPA, 2020).

Figura 3 – Deslocamento/Percurso Da Nuvem De Gafanhotos.

Fonte: Mapa, monitoramento indica que nuvem de gafanhotos não entrou no Brasil, 2020.

Em 24 de junho de 2020, a Superintendência do Ministério da Agricultura no Mato Grosso do Sul recebeu um alerta do governo do Paraguai sobre aproximação da nuvem de gafanhotos do território brasileiro (MIDIAMAX, 2020), o que impôs às autoridades brasileiras à adoção de medidas para a proteção da agricultura da região sul do país, que culminou com a publicação da Portaria nº 201, de 24de junho de 2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que declara estado de

emergência fitossanitária nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e a Portaria nº 208, de 29 de junho de 2020, também do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelecendo as diretrizes para a elaboração do Plano de Supressão da praga Schistocerca cancellata nas áreas produtoras e adoção de medidas emergenciais, caso a nuvem de gafanhoto adentre o território brasileiro (MAPA, 2020).

Toda a preocupação do governo brasileiro com relação à migração da nuvem de S. cancellata e a possibilidade de adentrar ao território brasileiro, está voltada para a expectativa da produção nacional de grão que está estima em 251 milhões de toneladas para o presente ano (CONAB, 2020). Segundo o 10º Levantamento do Boletim da Safra de Grãos 2019/2020 até o momento o Estado do Rio Grande do Sul já soma o montante de mais de 26 milhões de toneladas de grãos e o Estado de Santa Catarina já contribui com uma colheita da ordem de 6,5 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Devorando a vegetação nativa e plantações inteiras por onde passa, como ocorreu na Argentina, a nuvem de Schistocerca cancellata, pode trazer grandes prejuízos às culturas de arroz, feijão, milho, sorgo, trigo, cevada, centeio, canola e aveia do estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que estão em vários estágios do desenvolvimento vegetativos, desde plantas jovens às plantas maduras prontas para a colheita.

Diante deste cenário, é de grande importância o alerta na região, pelo fato de que o Rio Grande do Sul é considerado o estado com maior participação na produção de cereal, chegando a colher 70,8 % do montante nacional, como exemplo, 90 % da produção nacional de trigo é proveniente de campos sulinos, bem como 70 % de todo arroz nacional é produzido em RS (FONTOURA *et al.,* 2020; BUURON *et al.*, 2020; STRACKE *et al.,* 2020).

Com previsão de perdas estimadas em bilhões de reais para a economia, o monitoramento pelos órgãos competentes, é a chave para evitar ou mitigar tais consequências, como a diminuição do estoque de grãos para alimentação de animais e humanos, bem como, a destruição de plantações e hortas domésticas.

Para o combate ao eventual surto da praga no Brasil, foi lançado o Manual de procedimentos gerais para o controle da praga Schistocerca cancellata, em cumprimento as determinações da Portaria nº208, de 29 de junho de 2020, que autoriza em caráter emergencial e temporário, a inclusão do alvo S. cancellata nas

recomendações de uso dos inseticidas biológicos a base de Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Acefato1, Cipermetrina, Deltametrina, Lambda-cialotrina e Malationa (MAPA, 2020).

Figura 4 – Infestação de gafanhotos consumindo uma plantação de milho.

Fonte: RADIOMIX, NUVEM DE MILHÕES DE GAFANHOTOS SE APROXIMA DO BRASIL E PREOCUPA, 2020.
http://arapiraca.radiomixfm.com.br/nuvem-de-milhoes-de-gafanhotos-se-aproxima-brasil-e-preocupa/,.

5. CONCLUSÃO

Por meio das informações coletadas e dos dados disponíveis nos diversos meios de comunicação, tanto científico como jornalístico, pode-se concluir que as autoridades devem estar em alerta para o desencadeamento de ações preventivas e de combate às infestações de gafanhotos no presente ano. Ficou evidente a importância e a necessidade do desenvolvimento de pesquisas, para comas pragas de gafanhotos, que apesar de existirem a milhares de anos, pouco se compreende, e consequentemente torna a prevenção e o combate ineficaz.

Portanto, é necessário o aprofundamento no assunto, para um entendimento mais holístico dos mecanismos que influenciam a formação das nuvens, o comportamento migratório e consequentemente, a criação de ferramentas de controle e destruição das superpopulações de gafanhotos, bem como monitorar os locais de postura das espécies gregárias.

Com a produção do conhecimento científico a respeito das pragas de gafanhotos, vai ser formada uma base de dados multidisciplinar para instruir e balizar a tomada de decisão por parte dos órgãos responsáveis em programar ações de

preservação de florestas, lavouras agrícolas e pastagens, a fim de prevenir a diminuição de alimentos para os animais e os humanos e reduzir os pesados prejuízos econômicos advindos das pragas de gafanhotos ao Brasil.

REFERENCIAS

LECOQ, M. Gafanhotos do Brasil: natureza do problema e bibliografia. CIRAD-PRIFAS, 1991. FERNANDES, V. D.; PÁDUA, J. A. COMBATE À PRAGA DE GAFANHOTOS: Processos Sociais e Ambientais na América do Sul (Argentina, Brasil e Uruguai, 1890-1950). Anais SNCMA, v. 8, n. 1,2017.

CARBONELL, C. S. Rhammatocerus schistocercoides (Rehn, 1906) especie prejudicial para la agricultura en la region centro oeste de Brasil: (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae). Boletim do Museu Nacional, v. 318, 1988.

LECOQ, M. *et al.* 5.1. Histórico da invasão do gafanhoto do Mato Grosso e estratégias de controle. CEP, v. 70770, p. 901.

Manual De Procedimentos Gerais Para O Controle Da Praga Schistocerca cancellata - "South American Locust" (Serville, 1838). Departamento De Sanidade Vegetal E Insumos Agrícolas – DSV e MinistérioDa Agricultura, Pecuária E Abastecimento – MAPA. Junho/2020. Versão 2.0.

Portaria declara emergência fitossanitária no RS e em SC, para que governos possam fazer ações preventivas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Publicado em 25/06/2020.Disponível em: (https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/portaria-declara-emergencia-fitossanitaria-no-rs-e-em-sc-para-que-governos-possam-fazer-acoes-preventivas). Visualizado em05/07/2020.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Portaria Nº 208, DE 29 DE JUNHO DE 2020. Estabelece as diretrizesdo Plano de Supressão e medidas emergenciais de. Disponível em (http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-208-de-29-de-junho-de-2020-264165539). Visualizado em 05/07/2020.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Portaria Nº 201, DE 24 DE JUNHO DE 2020. Declaração do estadode emergência fitossanitária no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Disponível em (http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-201-de-24-de-junho-de-2020-263404246). Visualizado em 05/07/2020

Nuvem de gafanhotos continua a se deslocar em direção ao Uruguai, informa serviço argentino ao Mapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Publicado em 24/06/2020. Disponível em (https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/nuvem-de-gafanhotos-se-desloca-na-direcao-do-uruguai-informa-servico-argentino-ao-mapa). Visualizado em 06/07/2020.

LECOQ, M.; MAGALHÃES, B. P. Bioinseticida e gafanhotos-praga. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasila, Brasil; CIRAD, Montpellier, France. 123 p., pp.23-37.

WALOFF, Z.; PEDGLY, D.E. Comparative biogeography and biology of the South American locust, Schistocerca cancellata (Serville), and the South African desert locust, S. gregaria flavientris (Burmeister) (Orthoptwra: Acrididae): a review. Biogeography And Biology Of Two Schistocerca SPP. Bull. ent. Res. 76, 1-20. Published 1986.

Langostas y Turucas. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.gob.ar 2020. Disponível em (https://www.argentina.gob.ar/frutales-producci%C3%B3n-primaria/lang%C3%B3stas-y-tucuras). Visualizado em 07/07/2020.

Mapa monitora na fronteira nuvem de gafanhotos que invadiu Argentina. Ministério da Agricultura,Pecuária e Abastecimento – MAPA. Publicado em 23/06/2020. Disponível em (https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-monitora-na-fronteira-nuvem-de- gafanhotos-que-invadiu-argentina). Visualizado em 06/07/2020.

Monitoramento indica que nuvem de gafanhotos não entrou no Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Publicado em 25/06/2020. Disponível em(https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/monitoramento-indica-que-nuvem-de- gafanhotos-nao-entrou-no-brasil). Visualizado em 06/07/2020.

Fernandes, V. Combate à praga de gafanhotos na América do Sul: diferentes técnicas apresentadas pelo Almanaque do Ministerio de Agricultura de la Nación (Argentina, 1925-52). Estudios Rurales, vol. 8,Nº Especial (Octubre), ISSN: 2250-4001, CEAR-UNQ. Buenos Aires; pp. 232-256. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

Produção de grãos chega a 251,9 milhões de toneladas e mantém recorde da safra. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Publicado em 10/03/2020. Disponível em (https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3282-producao-de-graos-chega-a-251-9-milhoes-de- toneladas-e-mantem-recorde-da-safra-brasileira). Visualizado em 08/07/2020.

Langosta Sudamericana (Schistocerca cancellata). Emergencia Fitosanitaria en Argentina. SENASA. 29/01/2020. Disponível em (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_emergencia_langosta_29_ene_2020.pdf). Visualizado em 23/07/2020

Da peste à praga: Paraguai alerta Ministério da Agricultura sobre nuvem de gafanhotos que pode atingirMS. MidiaMax. Pubicado em 24/06/2020. Disponível em (https://www.midiamax.com.br/cotidiano/economia/2020/paraguai-alerta-ministerio-sobre-praga-de- gafanhotos-que-pode-atingir-o-ms). Visualizado em 24/07/2020

Nuvem de milhões de gafanhotos se aproxima do Brasil e preocupa. Radio Mix. Publicado em 24/06/2020. Disponível em (http://arapiraca.radiomixfm.com.br/nuvem-de-milhoes-de-gafanhotos- se-aproxima-brasil-e-preocupa/). Visualizado em 02/12/2020.

POFFO, D. A.; BECCACECE, H. M.; CARANTI, G. M.; COMES, R. A.; DREWNIAK, M. E.; MARTINA, A.; ZAPATA, A. I.; RODRIGUEZ, A.; SAFFE, J. N. Migration monitoring of Ascia monuste (Lepidoptera) and Schistocerca cancellata (Orthoptera) in Argentina using RMA1 weather radar. Published by Elsevier B.V. on behalf of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Inc. (ISPRS), 2018.

FONTOURA, José Acélio Silveria da, et al. Simulação de diferentes arranjos de

sistemas de integradosem áreas de várzea. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 63059-63077, 2020.

BUURON, Diogo Matheus de Paula, *et al.* Diagnóstico dos aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais de uma propriedade rural de 126 hectares, localizada no município de Giruá/RS, ano safra2017/18/Diagnosis of the technical, economic, social and environmental aspects of a rural property of126 hectares, located in the municipality of Giruá/RS, year safra 2017/18. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 39971-40001, 2020.

STRACKE, Marcelo Paulo *et al.* Cinza de casca de arroz como reservatório molecular de água para a produção de soja/Rice bark gray as a molecular water reservoir for soy production. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 949-962, 2020.

CAPÍTULO 09

PRODUCCIÓN OVINA DE HIDALGO: UNA MIRADA A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN 14 COMUNIDADES INDÍGENAS

Jorge Eduardo Vieyra Durán
Dr. en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: vdje@xanum.uam.mx

Hermenegildo Román Losada Custardoy
Phd. por la University of Reading, GB
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: hrlc@xanum.uam.mx

Elizabeth Zavala Martinez
Licenciada en Producción Animal por la Universidad Autónoma Metropolitana
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: zavalaeli1012@gmail.com

José Cortés Zorrilla
Dr. en Producción Animal Universidad Nacional Autónoma de México
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: jocz@xanum.uam.mx

Jesús Daniel Grande Cano
Dr. en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: ifig@xanum.uam.mx

Juan Manuel Vargas Romero
Dr. en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: jmvr@xanum.uam.mx

Lorena Luna Rodríguez
Dr. en Ciencias, Colegio de Postgraduado
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: llunaro@xanum.uam.mx

Viridiana Alemán López
Licenciada en Producción Animal por la Universidad Autónoma Metropolitana
Institución: Universidad Autónoma Metropolitana
Dirección: Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX
E-mail: al.viridiana9002@gmail.com

RESUMEN: Esta investigación analizó los sistemas de producción ovina y las características de los ovinocultores en 14 comunidades indígenas (El Mothe, Lagunilla, Demacu, Dominthza, Poxindeje de Morelos, Boxaxni, El Olvera, Déxtho de Victoria, El Bondho, Tothie de Rojo Gómez, El Fresno, San Antonio, Pacheco de Allende y Chichimecas) del municipio de San Salvador, Estado de Hidalgo, con la finalidad de obtener información que permita promover su organización y desarrollo. Para ello, se obtuvo información relacionada con aspectos de estructura y trabajo (familia, hato, instalaciones y equipo); manejo del ganado (alimentación, reproducción y sanidad) e inquietudes de los productores (interés por asociarse y solicitudes de crédito). Para la identificación de la muestra de este estudio, se utilizó la metodología "bola de nieve"; para la recopilación de información, se aplicó un instrumento a productores de ovinos con 50 preguntas, la cual permitió distinguir los principales factores que afectan el desarrollo de las unidades de producción ovina en las comunidades estudiadas. En promedio, la edad de los productores fue de 49 años, la mayoría reportó tener nivel de estudios básico, cuatro dependientes económicos y no contar con capacitaciones ni asistencia técnica. Los resultados muestran que hay insuficiente disponibilidad y especialización de la oferta de crédito agropecuario y que muy pocos ovinocultores (7 %) han solicitado crédito formalmente debido a la falta de políticas de mayor repercusión en la producción rural. El estudio señala que los productores se mostraron interesados en el mejoramiento genético (37.3 %) y que 20 % de ellos pensó en aumentar el número de cabezas de su hato. Estas dos variables fueron las de mayor impacto para solicitar un crédito; aunque, en menor grado, se encontraron: asistencia técnica, manejo de hato, plan de vacunación, mejoramiento de instalaciones, mercado, pie de cría y cambiar ovinos por otras especies (porcinos).

PALABRAS-CLAVE: Borregos; Población vulnerable; Crédito revolvente; Producción de pequeña escala.

RESUMO: Esta pesquisa analisou os sistemas de produção ovina e as características dos criadores de ovelhas em 14 comunidades indígenas (El Mothe, Lagunilla, Demacu, Bominthza, Poxindeje de Morelos, Boxaxni, El Olvera, Déxtho de Victoria, El Bondho, Tothie de Rojo Gómez, El Fresno, San Antonio, Pacheco de Allende e Chichimecas) do município de San Salvador, Estado de Hidalgo, a fim de obter informações que permitam promover a sua organização e desenvolvimento. Para isso, foram obtidas informações relacionadas aos aspectos de estrutura e trabalho (família, rebanho, instalações e equipamentos); gestão pecuária (alimentação, reprodução e saúde) e preocupações dos produtores (interesse de associação e pedidos de crédito). Para identificar a amostra deste estudo, foi utilizada a metodologia "bola de neve"; Para a coletade informações, foi aplicado um instrumento aos ovinicultores com 50 questões, o que permitiu distinguir os principais fatores que afetam o desenvolvimento das unidades de ovinocultura nas comunidades estudadas. Em média, a idade dos produtores era de 49 anos, a maioria relatou terensino básico, quatro dependentes econômicos e não possuir treinamento ou assistência técnica.Os

resultados mostram que há insuficiente disponibilidade e especialização da oferta de crédito agrícola e que poucos criadores de ovinos (7 %) solicitaram crédito formalmente devido à faltade políticas com maior impacto na produção rural. O estudo indica que os produtores se interessaram pelo melhoramento genético (37,3 %) e que 20 % deles pensaram em aumentar o número de cabeças no rebanho. Essas duas variáveis foram as que tiveram maior impacto na solicitação de empréstimo; embora, em menor grau, tenham sido encontrados: assistência técnica, manejo do rebanho, plano de vacinação, melhoria das instalações, mercado, reprodutores e troca de ovinos para outras espécies (suínos).

PALAVRAS-CHAVE: Ovinos; População vulnerável; Crédito rotativo; Produção em pequena escala.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ovino mexicanos se caracterizan, en su mayoría, por estar en manos de pequeños productores marginados (CUÉLLAR *et al*., 2011). No obstante, es una actividad de gran interés socioeconómico ya que actúa como fuente generadora de renta para los productores, proporciona proteína de elevada calidad y ayuda a mantener estable a la población en zonas normalmente deprimidas y con escasas alternativas laborales (RANGEL *et al*., 2014).

En el estado de Hidalgo, la ovinocultura es una de las principales actividades agropecuarias, esto le permite ocupar el segundo lugar nacional en producción de ganado ovino con un inventario de 13,536.533 toneladas (SIAP, 2016). Sin embargo, el acceso a tierra, la disponibilidad de insumos y la tecnología utilizada (DE LUCAS TRON *et al*., 2003) son factores que impiden satisfacer la demanda nacional de carne (Partida de la Peña *et al*., 2009). Aunado a esto, la gran diversidad de variantes en el sistema de producción ovino, el desconocimiento de las características de los productores y del entorno socioeconómico de las explotaciones en nuestro país dificultan el planteamiento de políticas y programas de apoyo para promover su organización y desarrollo (VÁZQUEZ *et al*., 2009).

Estudios recientes mostraron que la causa principal por la que los programas gubernamentales no generan mayor capacidad productiva, riqueza o empleo se debe a la poca experiencia del productor en el cuidado y manejo de los ovinos, a la insuficiente capacidad forrajera de las unidades de producción, a su bajo nivel de adopción de buenas prácticas agrícolas y pecuarias e innovaciones tecnológicas; a la deficiente calidad de su red de conocimiento, así como a su falta de visión comercial de la actividad (MARTÍNEZ *et al*. 2011).

Hacia la segunda mitad del siglo XVI, San Salvador se inició como una de tantas rancherías. Su principal acontecimiento fue la llegada de los otomíes en el año 674, aproximadamente; más tarde, en 1117, hacen su llegada las primeras tribus chichimecas; lo cual, consuma la conquista de estos lugares en 1120 (Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de México).

El municipio de San Salvador fue considerado uno de las más pobres del Estado de Hidalgo y del país; en este sentido, la presente investigación buscó analizar los sistemas de producción ovino y conocer acerca de los intereses de los productores, con la finalidad de proveer información que permita promover el

desarrollo de la ovinocultura en las comunidades estudiadas.

El municipio de San Salvador es uno de los ochenta y cuatro municipios que conforman el estado de Hidalgo, México. Se encuentra situado en el Valle del Mezquital a 20°17’02’’ de latitud norte; a 99°00’49’’ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura sobre el nivel del mar de 1,939 metros. Cuenta con una extensión territorial de 200.4 km, lo que representa 0.95 % de la superficie del estado. Tiene un clima semiseco-templado y una temperatura media anual de 17°C, con variaciones entre 12°C y 18°C, con una precipitación total anual de 475 mm. El municipio colinda al norte con los municipios de Ixmiquilpan y Santiago de Anaya; al este con el municipio de Actopan; al sur con los municipios de Ajacuba y Francisco I. Madero; al oeste con los municipios de Francisco I. Madero, Mixquiahuala de Juárez, Progreso de Obregón y Chilcuautla.

Las actividades productivas que se realizan dentro de la región de estudio son la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento forestal. El uso principal que se le da al suelo es agrícola, aproximadamente 68.42 % de la superficie municipal; así como matorral 16.0 %, bosque 11.0 %, pastizal 1.0%. Las especies pecuarias predominantes son ovinas (*Ovis aries*) con 8,009 cabezas; seguido por el porcino (*Sus scrofa domesticus*) con 1,439 cabezas; bovino (*Bovinae*) con 1,372 cabezas; caprino (*Capra aegagrus hircus*) con 421 cabezas y 8,053 aves de corral (*Gallus gallus domesticus*) (Plan Municipal de Desarrollo de San Salvador 2016- 2022).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante revisión bibliográfica no se encontraron datos precisos del número de UP o la cantidad de productores localizados dentro del municipio de San Salvador, por lo que no fue factible construir un marco de muestreo para realizar una selección aleatoria de las UP o productores. Por lo tanto, la selección de las UP se localizó utilizando la metodología “bola de nieve”, que consistió en que los productores que aceptaron participar recomendaron a productores potenciales para integrarse al estudio. Cabe mencionar que se utilizó un traductor para poder interactuar con los productores hablantes de alguna lengua indígena. Los datos fueron vaciados en hojas de cálculo Excel, se analizaron mediante estadística descriptiva y se obtuvieron los descriptivos básicos (media y desviación estándar), lo cual fue suficiente para explicar los fenómenos estudiados.

El tamaño de la muestra fue de 162 productores, a los cuales se les aplicó un instrumento de 50 preguntas que permitió obtener información referente a las características socioeconómicas, sistemas de producción y comercialización de ovinos.

3. RESULTADOS

3.1 Características de las comunidades

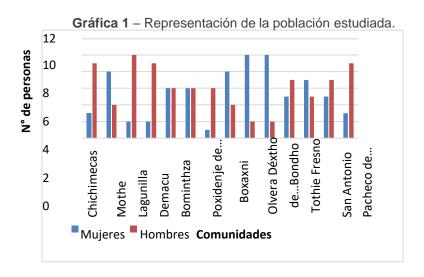
Tabla 1 – Porcentaje de hablantes de lengua indígena por comunidad.

Comunidades	%
Chichimecas	86.0
Mothe	77.4
Lagunilla	25.0
Demacu	32.0
Bominthza	15.0
Poxindeje de Morelos	7.0
Boxaxni	44.0
Olvera	18.0
Déxtho de Victoria	30.0
Bondho	8.0
Tothie	6.0
Fresno	8.0
San Antonio	6.0
Pacheco de Allende	22.0

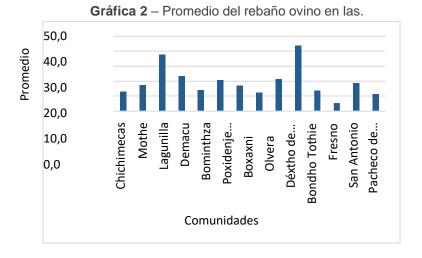
Según el catálogo de pueblos y comunidades indígenas de San Salvador Edo. de Hidalgo, las comunidades estudiadas reúnen las estructuras sociales y culturales para ser consideradas indígenas; gozan de una gran riqueza cultural que abarca diferentes ámbitos, como la lengua, diversas prácticas culturales y vestimenta; de alguna manera todas estas expresiones se encuentran íntimamente relacionadas con su territorio ancestral y también con su espacio aledaño a la vivienda donde aparte de habitar, producen artesanía y crían animales domésticos.

En la tabla 1, podemos observar que las comunidades con menor porcentaje de hablantes de lengua indígena se encuentran en Tothie (6 %), San Antonio (6 %) y Poxindeje de Morelos (7.5 %). En contraste, la comunidad de los chichimecas se presenta como un caso especial en el que un gran porcentaje de los habitantes son hablantes de lengua indígena (86 %). Cabe resaltar que la lengua es utilizada solo por las personas mayores. Por otro lado, la impartición de justicia no es a través de un reglamento interno escrito o algún estatuto comunal de convivencia; se imparte mediante “usos y costumbres”, donde la máxima autoridad es el delegado.

3.2 Características de los productores

Gráfica 1 – Representación de la población estudiada.

La población de estudio estuvo representada, mayormente, por hombres (53 %). En la gráfica 1, se representa el género de la población estudiada y es posible observar que en las comunidades Déxtho de Victoria, Bondho, Olvera, Mothe y Fresno, las mujeres juegan un papel importante en el sistema ovino, ya que dedican parte de su tiempo a las labores del campo.

Los productores tuvieron una edad promedio de 49 años en hombres y 50 años en mujeres; mientras que el productor más joven fue de 14 años, hijo de un productor que comparte la actividad con sus padres. La escolaridad reportada por los productores fue: Educación básica: primaria (25.5 %), primaria trunca (21.7 %); nivel medio superior: secundaria (17.8 %), secundaria trunca (3.8 %); bachillerato (9.6 %), bachillerato trunco (1.9 %); nivel superior: licenciatura (5.7 %) y 14 % reportó no contar con estudios. Por otro lado, el estudio de dependientes económicos arrojó que el productor tiene, en promedio, 4.4 personas que dependen económicamente de ellos.

Gráfica 2 – Promedio del rebaño ovino en las.

3.3 Tamaño del rebaño

El tamaño del rebaño es diferente entre las comunidades (gráfica 2). El mayor número, en promedio, de rebaño se encontró en las comunidades Bondho (43.6), Lagunilla (37.8), Demacu (23.5), Déxtho de Victoria (21.3) y Poxindeje de Morelos (20.5); mientras que en San Antonio (19), Monthe (17.4), Boxaxni (16.9), Bominthza (13.9), Tothie, (13.7) Chichimecas (13.1) y Olvera (12.1); en contraste con la comunidad de Fresno, donde el promedio de rebaño es de 5.3 animales.

Tabla 2 – Composición del hato y razas predominantes en los rebaños ovinos de San Salvador Edo. de Hidalgo.

Características	
Composición del rebaño	N°
Hembras	12
Machos	3
Corderos	4
Corderas	5
Raza predominante	%
Suffolk	2.5
Hampshire	.7
Australiano	1.3
Suffolk X Hampshire	2.5
Suffolk X Corriente	16.7
Australiano X Corriente	1.3
Cruzas no determinadas	75

El rebaño promedio de todas las comunidades estuvo conformado de la siguiente manera: 12 hembras adultas, 3 machos adultos, 4 corderos y 5 corderas. En los rebaños, solo 2.5 % cuenta con animales de la raza Suffolk y Hampshire 0.7 %, similar de 2.5 %, en donde los animales son producto de estas cruzas. 18 % cuenta con las distintas cruzas con animales "corrientes", las cruzas más utilizadas por los productores son la de Suffolk X Corriente (16.7 %) y Australiana X Corriente (1.3 %); mientras que 75 % restante cuenta con animales corrientes (cruzas no determinadas).

La incorporación de razas especializadas ha estado disponible para pocos productores, mientras que los productores con recursos económicos limitados han tenido acceso a este tipo de razas mediante apoyos gubernamentales. Lo anterior refleja una baja incorporación de animales especializados a los rebaños de las comunidades estudiadas, cabe destacar que la raza Suffolk es la más utilizada.

El tamaño promedio encontrado de las parcelas fue de 1.6 hectáreas de tierra cultivada, donde se encontraron los cultivos de: alfalfa (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays)* y cebada *(Hordeum vulgare).* La variable, superficie de tierras cultivadas, presentó una correlación con los productores que poseen mayor número de animales.

3.4 Alimentación

Tabla 3 – Características del manejo de la alimentación en los rebaños de San Salvador. Edo. de Hidalgo

Características	**%**
Sistema de alimentación	
Engorda en corral	40.1
Pastoreo	27.2
Mixto	32.7
Suplementación	
Sí realizan	23.5
No realizan	76.5
Tipo de suplementación	
Sal mineral	23.5
Forraje	93.8
Lugar de compra	
Zona	52.2
Actopan	6
Ixmiquilpan	2.8
Propio	39

40.1 % total de los productores reportó basar la alimentación del rebaño en alimentos concentrados y forrajes administrados exclusivamente en el corral; 27.2 % se mantiene en pastoreo y no suministra alimento en el corral; mientras que 32.7 % mantiene a sus rebaños en pastoreo y recibe complemento (suplemento) alimenticio.

El alimento que se le suministró al rebaño fue alfalfa, zacate, maíz, avena, sorgo, concentrado, pastos y la combinación de estos. 93.8 % de los productores reportó haber dado alfalfa. El alimento más utilizado es una mezcla de alfalfa y zacate (38.5 %); 15.4 % utiliza alfalfa y maíz, exclusivamente. Pocos (3 %) usan concentrado para la alimentación del ganado. Con relación al suministro de sales minerales, se encontró que únicamente 23.5 % las utilizó como suplemento; proporcionándolas de dos formas: 81.6 % en sal mineral granulada y 18.4 % en piedra de sal mineral. Por otro lado, se detectó que 72.8 % de los productores complementa la alimentación del ganado: 52.2 % compra el alimento en la zona; 6 % lo adquiere en Actopan; 2.2 % en el municipio de Ixmiquilpan y 39 % lo cultiva.

3.5 Pastoreo

Tabla 4. Pastoreo.

Comunidad	%	Tiempo promedio de pastoreo (Horas)
Chichimecas	67	2.3
Mothe	58	2.8
Lagunilla	33	1.7
Demacu		--
Bominthza	58	4.3
Poxindeje de Morelos	58	3.7
Boxaxni	71	5.8
Olvera	67	3.3
Déxtho de Victoria	92	3.4
Bondho	83	4.5
Tothie	75	2.7
Fresno	42	3.3
San Antonio	67	2.5
Pacheco de Allende	67	4.4

El sistema de alimentación que prevalece está basado en el pastoreo trashumante (59.9 %), 60.7 % reportó que pastorea a sus animales al corte en terrenos de pastos y forrajes nativos; 31.8 % al corte y en canales; 5.6 % al costado de caminos carreteros y 1.9 % pastorea en caminos comunales, fuente de alimento más económica. 91.8 % de los productores mantiene todo el año pastoreando a su rebaño; 6.2 % únicamente en temporada de otoño, verano o primavera y 2.1 % lo hace de forma ocasional.

El promedio de horas de pastoreo fue de 3.4 horas. Como rango mínimo, 1 hora y como rango máximo, 10 horas al día. Después del pastoreo, los animales son llevados al corral de encierro.

Cabe señalar que, durante los últimos años, las áreas de pastoreo han reducido o desaparecido debido al cambio en el uso de suelo de los diferentes sectores (agrícola por construcción). De cualquier modo, la práctica de pastoreo aún se mantiene viva, apegada al modelo tradicional; especialmente en las comunidades que se señalan en la Tabla 4: en Déxtho de Victoria 92 % de los productores pastorea a sus animales; en Bondho 83 %, en Tothie 75 % y en Boxaxni 71 %. Demacu se presenta como un caso particular, ya que 100 % de los productores no pastorea.

DESTETE

76.5% de las UP realiza el destete natural (DN) con un peso promedio de 24 kg; es decir, las hembras de forma instintiva dejan de alimentar a los corderos para iniciar un nuevo ciclo reproductivo (MORANTES *et al.,* 2008); mientras que 23.5 % restante reportó realizar el destete forzado (DF) a los 5.7 meses, con un peso de 28 kg, en promedio.

INSTALACIONES

Las instalaciones encontradas en las UP fueron rústicas, construidas con materiales de la región. 97.5 % de las producciones no contó con energía eléctrica ni tecnología; el corral estuvo presente en 83 % de los sistemas; 13.7 % de los productores contó con dos corrales y muy pocos (3.2 %) reportaron tener 3 corrales.

La superficie promedio de los corrales fue de 47.2 m^2, con una superficie máxima de 136.8 m^2 y mínima de 15.7 m^2. No se encontró división del corral ni una buena ventilación. Los comederos y bebederos fueron fabricados a partir del reciclamiento de llantas, botes, cubetas o materiales de reúso o desecho.

SANIDAD

El manejo sanitario es similar en todas las comunidades estudiadas. 34.1% de los productores vacunó a sus animales y 65.8 % realizó la desparasitación porque la consideró importante. La asistencia técnica se solicitó en pocas ocasiones, en este estudio se encontró que 30.2 % solicitó algún tipo de asistencia y 29 % reportó que nunca la ha requerido.

Respecto al cuidado de la salud del hato, 24.7 % de los productores mencionó haber recibido visitas de un veterinario cada 2 meses; 9.8 % fue asistido por un veterinario al menos una vez al mes y 6.8 % la recibió ocasionalmente (una vez por año). El tipo de asistencia recibida consistió en la aplicación de vacunas, desparasitación y atención de animales enfermos.

También se encontró que 4.37 % de los productores no requirió algún servicio veterinario, sino que utilizó remedios caseros para tratar a los animales y que 14.2 % de los productores no trató a los animales enfermos.

PRINCIPALES ENFERMEDADES

Las principales enfermedades que se reportaron en las UP estudiadas son: parasitarias (*Fasciola hepática*), conocida por los productores como “palomilla” (59.9 %); neumonía (13.6 %) y timpanismo (1.4 %). Por otro lado, los productores reportaron que los abortos son poco frecuentes.

COMERCIALIZACIÓN

Los principales animales que ofertaron las UP son para el abasto (40 %), hembras (36 %) y, en menor proporción, corderos (14.8 %); los animales de desecho

también forman parte de los ingresos de las unidades. El mercado está dirigido a la transformación de la carne en barbacoa (79.6 %) y la parte restante es comprada por intermediarios (20.4 %). 92 % de los productores cuenta con conocimiento de los precios del mercado. El preciopro medio de venta de las hembras adultas fue de $1.39 USD por kg; de machos adultos $1.31 USD por kg, con rango de $1.08 a $1.93 USD por kg y de $1.78 a $1.00 USD por kg respectivamente por cordero en pie.

ACCESO A CRÉDITOS Y CAPACITACIONES

En las comunidades estudiadas de San Salvador, la baja demanda y cobertura de servicios de asistencia técnica y financieros se ven reflejadas en que 93% de los productores no recibe ningún tipo de apoyo económico para mantener o incrementar la producción y muy pocos (7 %) obtuvieron algún crédito o préstamo para el desarrollo de sus actividades; no obstante, los productores se encuentran interesados en recibir apoyos gubernamentales o créditos blandos.

Grafica 3 – Interés de los productores por

Como se puede observar en la gráfica 3, se encontró que en los productores existe una tendencia a la organización. 54 % de los productores estuvo interesado en formar o pertenecer a asociaciones de ovinocultores con la finalidad de gestionar y obtener apoyos para el mejoramiento de sus sistemas de producción. Aunque también se puede observar una resistencia significativa, ya que 44 % no estuvo interesado y 2 % se mostró indeciso.

Tabla 5 – Inquietudes mostradas por el productor para mejorar la producción.

Inquietudes	%
Mejorar línea genética	37.3
Aumento del hato	20
Pie de cría	18.7
Mejorar manejo (capacitaciones, plan de vacunación y formulación de dieta)	13.3
Optimizar las instalaciones	9.3
Ampliar mercado	1.3
Cambiar ovinos por cerdos	0.7

En la tabla 5, se pueden observar las inquietudes de los productores, las cuales se mencionan en orden de prioridad: 37.3 % de ellos manifestó interés por mejorar la línea genética, seguido de 20 % que quiere aumentar el número de ejemplares del hato; principalmente los productores de la comunidad de Fresno, que paradójicamente contaron con el menor número de animales en los rebaños. 18.7 % de los productores dijo estar interesado en optimizar el manejo de sus hatos mediante capacitación y asistencia técnicas; 9.3 % consideró mejorar sus instalaciones y adquirir maquinaria. Sin embargo, solo encontramos que 1.3 % de los productores desea tener mejores canales de comercialización, y caso especial donde un productor manifestó tener interés en cambiar la producción ovina por porcinos, pues considera que los porcinos le dejarían mayores rendimientos.

4. DISCUSIÓN

En las comunidades estudiadas, los métodos tradicionales de transmisión de ideas, como la oralidad, no se han extinguido; sin embargo, se advierte que las nuevas generaciones la han dejado porque sus padres consideran que es mejor que aprendan una nueva lengua (castellano), pues les abrirá más oportunidades de desarrollo (Catalogo de Pueblos y Comunidades indígenas). Estudios realizados en comunidades indígenas han demostrado que el acceso a la información de los hablantes de lenguas indígenas crea barreras culturales que han dificultado la transferencia del conocimiento.

En el artículo 2º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se reconocen los derechos indígenas, el cual dice: La Nación mexicana tiene una

composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas. La Ley protegerá y promoverá el desarrollo de sus lenguas, culturas, usos, costumbres, recursos y formas específicas de organización social, y garantizará a sus integrantes el efectivo acceso a la jurisdicción del Estado. En los juicios y procedimientos agrarios en que aquellos sean parte, se tomarán en cuenta sus prácticas y costumbres jurídicas en los términos que establezca la ley. Sin embargo, aun cuando los pueblos indígenas son los referentes culturales de las naciones latinoamericanas, resulta que son los menos beneficiados del progreso, los desarrollos y cambios sociales que haya tenido el país donde se encuentre inmersa la comunidad indígena (RAMÍREZ 2007).

Este estudio reportó que 53 % de las UP fueron representadas por hombres; esto es inferior a lo reportado por (VÉLEZ, A *et al*., 2016., HERNÁNDEZ J *et al*., 2017), donde 82 % y 65.77 % respectivamente estuvo representado por hombres. No obstante, en este estudio el género femenino se encuentra presente en gran parte de las comunidades estudiadas; resulta importante porque la mujer ha jugado un papel fundamental en la producción familiar, probablemente como consecuencia de remplazar a los hombres que han migrado a ciudades cercanas o a los Estados Unidos de América con la intención de mejorar los ingresos familiares.

Acorde al artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que dice: “El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia.”. La igualdad es un derecho constitucional, principio básico de los derechos humanos, que garantiza el reconocimiento de prerrogativas inherentes a todas las personas, por su innegable condición humana. A pesar de ello, los derechos del género femenino se ven reducidos y limitados, existen condiciones de desigualdad muy marcadas en los ámbitos doméstico, social y laboral, las cuales deben ser corregidas mediante la implementación de políticas públicas a favor de la mujer.

Esto es porque –de acuerdo con los datos del Registro Agrario Nacional, del padrón de 4.9 millones de personas que poseen núcleos agrarios en todo el país– más de 3.6 millones son hombres; lo anterior muestra que un sector especialmente vulnerable en el acceso de la tierra son las mujeres. En esta investigación las mujeres representaron 47 %, que, si bien no son dueñas directas de las tierras, son propiedad de la familia y esto les ha impedido recibir apoyos de programas de equipamiento, infraestructura, créditos o apoyos económicos por pago de servicios ambientales.

El promedio de edad de los productores fue de 49 años en hombres y 50 años

en mujeres, la mayoría con educación básica, algunos autores mencionan que la edad y el nivel de escolaridad de los productores está relacionada con la adopción de nuevas tecnologías (PÉREZ *et al*., 2004; VALERIO *et al*., 2009; ACEVEDO *et al*., 2010); sin embargo, un estudio realizado en el estado Colima, México mostró que los productores con mayor grado de escolaridad mantienen en sus unidades un manejo tradicional (ARREDONDO *et al*.,2016). En unidades de producción ovina, se ha observado que el nivel de tecnificación es más alto al incrementarse los años en la cría ovina.

Un estudio realizado en unidades de producción ovina en el estado de México reportó quela experiencia del productor es una de las variables fundamentales, debido a que existe mayor riesgo de que los rebaños decrezcan o desaparezcan cuando los productores carecen de experiencia en la producción ovina (MARTÍNEZ *et al*, 2011). Esto se debe a que la ovinocultura es una actividad muy especializada, que requiere experiencia y capacitación. El tamaño del hato encontrado fue inferior al reportado por Vázquez (*et al*., 2016), en el centro de México. 75 % delas UP utilizan razas corrientes (cruzas no determinadas). Esto es común en sistemas de producción ovina de subsistencia, las cuales están orientadas a cubrir la necesidad alimentaria de la familia.

La superficie promedio de cultivo fue de 1.6 ha, inferior al área de la región en el Centro de México que va de 6.1±4 ha (VÁZQUEZ *et al*, 2016). En algunas comunidades se encontró que hay una correlación entre el número de animales y la superficie de tierra que poseen, esto es: a mayor espacio, mayor número de animales. En el estado de México, se han hecho estudios donde se comprobó la fuerte correlación entre el crecimiento del rebaño y la capacidad de la UP para producir el alimento que demandan los animales y se debe, principalmente, a los costos de los alimentos (MARTÍNEZ *et al*, 2011).

Estudios realizados en el centro de México, mostraron que la ovinocultura es una actividad complementaria a la agricultura que permite obtener ingresos (VÁZQUEZ *et al.*, 2016). Además, los ovinos aprovechan los residuos de las cosechas, los rastrojos del sistema agrícola y proporcionan estiércol (RIVAS *et al*., 2014). 59.9 % de las unidades de producción realizó el pastoreo extensivo. Los métodos más comunes de pastoreo son: al corte en terrenos de pastos y forrajes nativos (38.7 %) y al corte enorillas de canales (20.2 %), esta práctica trae consigo

beneficios económicos, ecológicos y sociales como son el mantenimiento y desarrollo de los ecosistemas, importante factor de prevención de incendios por la creación de cortafuegos naturales y limpieza del forraje en el suelo; prevención de las razas autóctonas, rústicas y adaptadas; conservación y mantenimiento de los ecosistemas con su fauna y flora autóctonas; mejora de la fertilidad de los suelos; conectividad ecológica por la dispersión y transporte de semillas de numerosas especies vegetales –muchas de ellas endémicas y en peligro de extinción–; así como mantenimiento de las vías pecuarias para uso ganadero y otros usos alternativos relacionados con el turismo rural (ACUÑA *et al.,* 2012).

Aunado a esto, permite abaratar el costo de alimentación; por lo tanto, es importante considerar a las personas que pastorean y no han recibido apoyo por servicios ambientales. Por otra parte, 40.1 % de los productores reportó que realiza la totalidad de alimentación en el corral, estos tienen más posibilidad de recibir un recurso de apoyo para su producción que los productores que pastorean. Contrastantemente, en el Estado de México, 10 % de los productores realizaba la totalidad de la alimentación en corral; 73 % tenía un sistema mixto, donde existe pastoreo durante el día y se ofrecen esquilmos o granos en corral durante la noche y 17 % alimentaba completamente en pastoreo (MARTÍNEZ *et al*., 2011). 76.5 % de las UP realizan el DN con un peso promedio de 24 kg, esto es superior a lo descrito en sistemas de producción en el centro de México, en el cual la práctica se realiza a los 3.3 meses con un peso de 16.6 kg. De acuerdo con Plata, la práctica del destete influye significativamente sobre la productividad del rebaño, ya que la edad avanzada de los corderos, al momento del destete, hace ineficientes los rendimientos productivos por el efecto perjudicial sobre la respuesta reproductiva de las madres. Se encontró que el peso promedio (27 kg) del cordero con DF es similar al peso promedio del DN. De acuerdo con algunos autores, el tiempo de DF puede variar según el objetivo productivo; este puede ser realizado desde las 24 h posparto hasta cerca de la edad del DN.

En este estudio, el productor reportó realizar la separación de la oveja y su cordero, en promedio, a los 5.7 meses; esto es superior a lo reportado por Freitas (*et al.,* 2016) quien menciona que comúnmente los productores ovinos de carne y lana realizan un destete entre los 60 y 150 días de edad, aunque lo más frecuente es que sea antes de los 120 días, momento en que el cordero ya incrementó el consumo de alimentos sólidos; es decir, después del pico de lactación que se da en entre la tercera

y cuarta semanas posparto.

La mayoría de los productores no tiene acceso a asistencia técnica. 30.2 % de los productores recurre al médico veterinario solo cuando necesita vacunas, desparasitar o atender animales enfermos; por otra parte, 4.37 % no requiere de servicios veterinarios ya que utiliza remedios caseros para tratar a los animales, dichos remedios se han ido trasmitiendo de boca en boca y se conservan como una herencia cultural familiar; 14.2 % de los productores no trata a los animales enfermos, esto es similar a lo descrito por Plata (2016) y Herrera (*et al.,* 2019) quienes mencionan que algunos productores no atienden a sus animales porque no conocen remedios y no tienen acceso a médicos veterinarios. Esto se encontró en las UP que tienen pocos animales, donde el costo de la visita del médico veterinario es relativamente alto y poco costeable para el productor.

En este estudio, la asistencia técnica en cuanto a aspectos administrativos, económicos y comerciales es nula, resultado similar a lo encontrado en rebaños ovinos del sur de la Ciudad de México en la que la gran mayoría de los productores no recibe asesoría técnica para la producción y un porcentaje muy bajo de los productores recurre a médicos veterinarios cuando se presenta algún problema sanitario en su rebaño, pero la asesoría no incluye aspectos relacionados con la nutrición, reproducción, manejo genético, sanitario o aprovechamiento de sus recursos forrajeros (HERRERA *et al.,* 2019).

Las UP estudiadas no contaron con maquinaria, equipo y tecnología adecuados para el manejo del rebaño, lo que hace poco probable que las UP incrementen en número de animales, ya que todas las tareas se llevan a cabo de forma manual. Estudios realizados por otros investigadores sobre las instalaciones han encontrado que este es uno de los factores importantes para el crecimiento de la productividad (ARREDONDO *et al*., 2016; SIERRA., 2002; PARDOS *et al*., 2008)

La comercialización de los ovinos es compleja y presenta grandes variaciones en las distintas comunidades, esto afecta directamente al precio de venta o compra, pues se debe, principalmente, a los diferentes canales de comercialización en la que participa más de un intermediario, ellos son quienes establecen el precio, de acuerdo con la situación del mercado, peso y composición corporal del animal. Los animales pueden ser comprados en bulto (varios animales por un precio); o bien, ser adquiridos por peso en pie, esto es lo menos frecuente, pero se trata de una práctica común en la comercialización de ovinos en varias regiones de México (PÉREZ *et al.,* 2011; DÍAZ

et al., 2011).

Con relación al destino de la producción, se encontró que 78 % de los productores destinan su producción al abastecimiento del mercado de la barbacoa, platillo tradicional mexicano de gran aceptación en el centro del país (Ciudad de México y Zona Metropolitana). 22 % restante de los productores no cuenta con un mercado establecido, estos datos son similares a lo descrito por Díaz (*et al.,* 2018), el cual menciona que el canal de comercialización más común fue de productor a acopiador, barbacoyero (persona que prepara el platillo de barbacoa y lo vende) y consumidor final. 7 % de los productores ha tenido apoyos económicos para el desarrollo de la actividad productiva, de modo que el gobierno municipal es la principal fuente para solicitar apoyo y, en segundo lugar, está el nivel estatal, lo cual hace más difícil el acceso al productor. Esto es similar a lo reportado a nivel nacional (INEGI, 2017). En contraste con los estudios realizados en Colima, México, 84 % de los productores tiene acceso a capacitación y 95 % a una fuente de crédito. Es importante considerar que 93 % de los productores con recursos económicos limitados no ha tenido acceso a estos apoyos.

Un estudio realizado en la región de Libres, Puebla mostró que la competitividad de las UP es afectada por la ausencia de apoyos a la producción, tales como políticas que fomenten la productividad vía innovación y capacitación a los productores; así como la falta de regularización de los agentes del mercado de ovinos, principalmente a intermediarios (DÍAZ *et al*., 2018).

Cabe señalar que, en el presente trabajo, los productores no representan ninguna influencia para la distribución de los recursos que se realiza por parte del estado, ya que la mayoría de la UP son familiares, de tal manera que los apoyos no están orientados en función de sus necesidades, sino a productores tecnificados. Ante esta situación, deben analizarse nuevas estrategias y mecanismos de inversión y financiamiento que permitan el crecimiento y desarrollo sostenibles de las UP.

En esta investigación, se pueden correlacionar los intereses de los productores con el nivel de escolaridad que presentaron, ya que 54 % estuvo interesado en asociarse o formar parte de una asociación. No obstante, a pesar de que esto coincide con los estudios hechos en Michoacán, México, donde los productores mostraron interés por integrarse a algún tipo de asociación (ACEVEDO *et al*., 2010), se encontró que 44 % de los productores, donde los sistemas son tradicionales como en las comunidades de Olvera, Bondho, Tothie y Déxtho de Victoria, no tiene interés en

realizar ningún proyecto de crecimiento; en principio, porque la producción es familiar y de autoconsumo. Además, en estas comunidades las producciones pertenecen a los pueblos originarios; por lo cual, la visión de las UP es distinta a la de una UP de producción intensiva; es decir, en estas comunidades el borrego es visto como un animal que hay que cuidar y dejar que su reproducción y crecimiento sean de forma natural, por lo que los procesos de producción son considerados como tradicionales.

5. CONCLUSIONES

En el presente estudio, se encontró que las poblaciones de estudio tienen bajo nivel educativo y no reciben asistencia técnica. Las UP presentan particularidades que deben ser mejoradas, ya que la mayoría de los productores no contrata servicios profesionales y dice no tener acceso a asistencias técnicas y financiamientos por parte de programas de políticas públicas implementadas por los gobiernos estatal o federal, ni a cursos o pláticas.

Esta situación refleja la necesidad de establecer mecanismos económicos que permitan el desarrollo de la región y de sus habitantes, pues demanda la creación de empleos en las distintas comunidades, así como el fortalecimiento de las políticas públicas para personas vulnerables; en específico, del género femenino. De tal modo, resulta necesario que las dependencias gubernamentales promuevan el aumento de dotaciones de servicios, así como capacitaciones y transferencias técnicas que permitan impulsar el desarrollo sustentable de las comunidades, con el fin de generar nuevas alternativas de vida para las familias. Esto permitirá mejorar la calidad de vida de los productores, transformando también el proceso educativo para beneficio de sus descendientes.

De acuerdo con las características de los productores y de las explotaciones que ellos manejan, la necesidad de buscar alternativas que mejoren la gestión de los recursos ambientales, económicos y sociales es clara; por lo cual, resulta necesario concebir la transformación de los pequeños productores a microempresarios, con el fin de abatir la pobreza, generar empleos y mayores ingresos por concepto de valor agregado.

La inquietud de los productores sería un punto de partida útil para el diseño de una nueva forma de política pública que cambie el reparto de apoyos económicos a créditos revolventes apropiados enfocados a la atención de grupos vulnerables, a fin

de que cuenten con capacitaciones e indicadores de seguimiento y cumplimiento de metas. Este es un mecanismo "ideal" que ayudaría a cubrir necesidades e imprevistos a corto plazo; de tal forma, el productor no requeriría llenar continuamente solicitudes de crédito; garantizaría recursos económicos, con el fin de orientar el desarrollo de la UP; obtendría mejores oportunidades para la compra de insumos y materia prima y también abatiría costos. Estos resultados asegurarían el autoconsumo y parte de la venta de sus productos; por lo cual, la innovación en las políticas públicas es necesaria para instrumentar nuevos modelos de apoyos agropecuarios rurales y cambiar la estructura, la percepción del productor y del gobierno.

AGRADECIMIENTOS

A todos los productores que participaron y colaboraron para la realización de esta investigación, así como a las autoridades de la Universidad Autónoma Metropolitana.

REFERENCIAS

Acuña Delgado, Ángel y Dario Ranocchiari. "Pastoreo trashumante. Práctica ecológica y patrimonio cultural, un estudio de caso". *Gazeta de Antropología*, 28(2): artículo 12. Universidad de Granada. 12 dic. 2012. <http://hdl.handle.net/10481/23743>.

Arredondo, V., Prado, *et al.* "Caracterización de las Unidades de Producción Ovina de los Productores Organizados de Colima, México". *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal*. 10 feb. 2020. <https://www.researchgate.net/publication/312587295_Caracterizacion_de_las_unidades_de_produccion_ovina_de_los_productores_organizados_de_Colima_Mexico>.

Catálogo de Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Hidalgo. Congreso de Hidalgo. <http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/comunidades_indigenas/comunidades-indigenas- lxiv.html>.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). "InformeAnual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social: San Salvador, Hidalgo Secretaría de DesarrolloSocial. Gobierno de México". *Coneval*. 2017. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza-2018.aspx>.

Díaz, C., Jaramillo, *et al. "*Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias V*, Volumen 9. Número 2. 2018.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). "Encuesta Nacional Agropecuaria. Resultados Generales.". *INEGI*. 2017. 21 mzo. 2020. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/mini_ena17.pdf>.

Freitas, Aline y Rodolfo Ungerfeld. "Destete artificial en ovinos: respuesta de estrés y bien estar animal. Revisión". *Revista mexicana de ciencias pecuarias.* Vol. 7. No. 3. 361-375., jul/sep. 2016. 08 jul. 2020. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000300361&lng=es&tlng=es>.

Góngora, Rubén, *et al.* "Caracterización de la ovinocultura en Yucatán, México". *Agronomía Mesoamericana* 21(1):131-144. 2010. 20 feb. 2020 <http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n01_131.pdf>.

Herrera, J. G., Álvarez, G., Bárcena, R., y Núñez- M. *Caracterización de los rebaños ovinos enel sur del Distrito Federal, México*, Acta Universitaria 29, e2022. doi. 2010.<http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e2022.pdf>

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). "Indicadores de Desempeño Institucional Municipal", *Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM).* <http://www.snim.rami.gob.mx>.

Ley de Derechos y Cultura Indígena para el Estado de Hidalgo. Constitución Política del Estado de Hidalgo. México. 31 de diciembre de 2010.

<https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/doc/Programas/Indigenas/OtrasNormas/Estatal/ Hidalgo/Ley_DCIHgo.pdf>.

Martínez, Enrique, *et al.* “El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidiosen activos: lecciones aprendidas”. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 367-377. 2011. 04 de abr. 2020. <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000200013&lng=en&tlng=es>.

Marcelino, M., Baldazo, F y Fregoso, G. “Un Acercamiento a la Realidad de la Economía Campesina en México. Estudio de Caso”. *Red Internacional de Investigadores enCompetitividad* (ISBN: 978-607-96203-0-4). 2018. abril 04, 2020. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/330/1470>.

Pérez Hernández, Ponciano, *et al*. “Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México”. *Revista Científica, XXI* (4), 327-334. ISSN: 0798- 2259. 2011. 07 jul. 2020. https://www.researchgate.net/publication/319494145.

Plata, Genaro. “Caracterización de los sistemas de producción ovina en el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca”. Universidad Autónoma del Estado de México. 2016. 12 feb.2020. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58591/TESIS-GPP-06-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Secretaría de Gobernación del Gobierno de la República. “Plan Municipal de Desarrollo de San Salvador. Ayuntamiento 2016-2020”. <http://planestataldedesarrollo.hidalgo.gob.mx/pdf/PMD/054SAN_SALVADOR/PMD_San_ Salvador.pdf>.

Vazquez, Ignacio. *et al*. “Estructura Tipología de Las Unidades de Producción Ovinas en el Centro de México. 2016. 06 feb. 2020. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n1/1870-5472- asd-15-01-85-en.pdf>.

Vélez, A., Espinosa, J.A., De la Cruz, L., Rangel, J., Espinoza, I., y Barba, C. “Caracterización de la producción de ovino de carne del estado de Hidalgo, México”. Archivos de Zootecnia, 65(251), 425-428. ISSN: 0004-0592. 2016. 04 abr. 2020 <*http://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/708/672>.*

CAPÍTULO 10

CARACTERES MORFOAGRONOMICOS DE BANANAS ‘PACOVAN’ PRODUZIDAS SOB NÍVEIS DE FERTILIZANTE NITROGENADO APLICADO VIA ÁGUA RESIDUÁRIA

Aaron de Sousa Alves
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI, Campus Oeiras
Endereço: Rua projetada s/n, Uberaba II, Oeiras - PI, Brasil
E-mail: aaron.alves@ifpi.edu.br

Vera Lucia Antunes de Lima
Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande - PB, Brasil
E-mail: antuneslima@gmail.com

José Dantas Neto
Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande - PB, Brasil
E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br

Benjamim Carvalho Lima Júnior
Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Instituição: Centro Tecnológico Paula Pasquali – CTPP, Campus Inhumas
Endereço: Praça Belarmino Essado, 254. Sala 1, Centro, Inhumas - GO, Brasil
E-mail: benjamimclj@gmail.com

Patrícia Ferreira da Silva
Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande - PB, Brasil
E-mail: patrycyafs@yahoo.com.br

RESUMO: Presente em todas as regiões do Brasil, as bananas, tem importância singular na dieta das populações.Objetivou-se com este estudo avaliar os atributos físicos de frutos de bananeira ‘Pacovan’ cultivadas sob diferentes níveis de fertilizante químico nitrogenado aplicado via água residuária do Rio Bodocongó. Os estudos foram conduzidos em campo, na Fazenda Ponta da Serra, município de Queimadas-PB, em área experimental situada às margens do Rio Bodocongó. Obedecendo ao delineamento experimental em blocos casualizados, em que foram testados quatro níveis de nitrogênio equivalentes a 0, 100, 200 e 300 kg ha^{-1} ano^{-1}, aplicados via água residuária. Neste contexto, observou-se que o fornecimento de sulfato de amônio equivalentes às quantidades de 200 e 300 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, via água residuária do Rio Bodocongó, reduz o comprimento, diâmetro e peso médio de

bananas ´Pacovan', respectivamente, em 5,47 e 24,43 %; 4,93 e 18,91 % e, 11,51 e 42,25 %. Já o fornecimento de N em quantidades estabelecidas entre 90,83 e 109,88 kg ha^{-1} ano^{-1} permitem a obtenção de frutos de melhor qualidade física.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilizante químico; Irrigação localizada; Reuso.

ABSTRACT: Present in all regions of Brazil, bananas are of singular importance in the diet of the populations. Thus, the physical attributes of 'Pacovan' banana fruits grown under different levels of nitrogenouschemical fertilizer added residuary water from the Bodocongó River. The studies were conducted in the field in the Ponta from Serra farm municipality of Queimadas-PB, in an experimental area located on the banks of the Bodocongó River. Obeying the experimental design in randomized blocks,in which four levels of nitrogen equivalent to 0, 100, 200 and 300 kg ha^{-1} $year^{-1}$ were applied, applied through residuary water. The supply of ammonium sulfate equivalent to the quantities of 200 and 300 kg of N ha^{-1}, through residuary water, considerably reduces the length, diameter and average weight of 'Pacovan' bananas respectively by 5.47 and 24.43 %, 4.93 and 18.91 % and, 11.51 and 42.25 %. The supply of N in the range corresponding to 90.83 and 109.88 kg ha^{-1} $year^{-1}$ allows the obtaining of fruits of better physical quality.

KEYWORDS: Chemical fertilizer; Localized irrigation; Reuse.

1. INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, a intensificação das explorações agrícolas sob condições irrigadas, vêm se consolidando como um caminho excêntrico, para se obter produtividades mais elevadas e produtos com qualidades adequadas à preferência do consumidor, sobre tudo, no seguimento da fruticultura.

Destaca-se, neste segmento, a cultura da bananeira que além de ter importância econômica e social comprovada, posiciona o Brasil como segundo maior produtor mundial da fruta. Que tem a região Nordeste como a principal produtora. Neste local a bananicultura é vista como uma das mais rentáveis e promissoras atividades agrícolas, sobretudo nos polos de fruticultura irrigada. Conforme constam, no Anuário Brasileiro da Fruticultura (2018) cerca de 98 % da produção nacional de bananasé destinada ao mercado interno. Em que praticamente toda a produção é consumida *in natura* e umapequena parcela destinada ao processamento industrial (FASOLIN *et al.*, 2007). O que propicia uma pequena participação do Brasil no mercado externo.

Apesar das condições de clima e solo favoráveis ao seu cultivo, no Brasil, a sua produtividadeé considerada baixa. O que pode estar relacionada a problemas de suprimento nutricional e hídrico (SANTOS *et al.,* 2009). Uma vez que estudos sobre nutrição mineral em bananeira têm demonstrado exigências nutricionais elevadas, ressaltando a importância do fornecimento equilibrado dos nutrientes para a obtenção de produções mais econômicas (MELO *et al.*, 2010).

Nos cultivos irrigados, a aplicação de fertilizantes via água de irrigação surge em substituição à adubação tradicional (SANTOS *et al,* 2009). Por possibilitar a aplicação de fertilizante em associação com a água de irrigação, a fertirrigação além de externar grande utilidade para as plantas,apresenta ainda muitas outras vantagens, entre as quais a de melhor distribuição do fertilizante no campo e a possibilidade de maior parcelamento das adubações, aumentando a eficiência na utilizaçãodos adubos pelas plantas (DUENHAS *et al.*, 2002).

Depois do potássio, o nitrogênio é o nutriente mais requerido pela bananeira. Sendo indispensável ao incremento das produtividades (SILVA *et al.*, 2003). Por estar diretamente relacionado ao aumento no número de pencas, emissão e crescimento dos rebentos, incremento da matéria seca total (LAHAV E TURNER, 1983).

Sua utilização requer um constante aperfeiçoamento das técnicas de manejo, sobretudo na aplicação, para que se obtenha o máximo benefício ao utiliza-lo (ALVES *et al.*, 2010). Visto que, estenutriente é absorvido e exportado, pela planta, em grandes quantidades e, quando não reposto ao solo, pode provocar não só declínio na produtividade, mas também, na qualidade dos frutos produzidos (SOUSA *et al.*, 2004). O que denota a necessidade de se aplicar tecnologias que, efetivamente, respaldem em maiores produtividades da cultura e frutos de melhor qualidade, viabilizando a exploração.

A caracterização de frutos de bananas possibilita a identificação das diferenças entre os genótipos existentes, e com isso, a obtenção de informações fundamentais à condução de colheitas, transportes interno e externo, embalagens, com base na suscetibilidade a danos mecânicos, facilidade de despencamento, tamanho dos frutos, coloração, forma de apresentação e sabor, direcionando-os conforme exigências do mercado (CASTRICINI *et al.*, 2015).

Assim, objetivou-se com este estudo avaliar os atributos físicos de frutos de bananeira ‘Pacovan’ cultivadas sob diferentes níveis de fertilizante químico nitrogenado aplicado via água residuária do Rio Bodocongó.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, em área experimental de cerca de 2500 m^2 cultivada com bananeiras ‘Pacovan’, cujas, mudas, provenientes de plantios comerciais, livres de pragas, doenças e com tamanho uniforme, foram plantadas em fileiras duplas no espaçamento de 4,0 m x 2,0 m x 2,0 m em uma área de aproximadamente 3,0 ha, situada às margens do Rio Bodocongó, na fazenda Ponta da Serra, município de Queimadas-PB.

A área experimental encontra-se a apenas 2,5 km da rodovia PB-148, que liga a cidade de Queimadas-PB a Boqueirão-PB, localizada sob as seguintes coordenadas geográficas: 07^0 22' 27,49'' de latitude Sul e 35^0 59' 51,77'' de longitude Oeste, a uma altitude de aproximadamente 410 m acimado nível do mar.

Conforme classificação de Köppen, a região encontra-se em uma zona de transição climáticaentre os tipos As (quente e úmido com chuvas de outono - inverno) e Bsh (semiárido quente, também chamado agreste semiárido ou tropical semiárido), sofrendo influência de ambos. A região estáinserida, ainda, no domínio da bacia

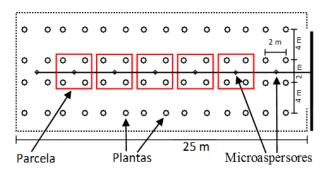
hidrográfica do rio Paraíba, mais precisamente no médio cursodo rio, em área de influências climáticas entre a Zona da Mata e Sertão (SILVA e ALMEIDA, 2011). Já o solo do local possui classificação textural do tipo franco-arenosa e relevo tipicamente suave-ondulado, do qual retirou-se uma amostra composta formada por diversas amostras simples coletadas à camada de 0 a 40 cm nas entrelinhas das áreas úteis das parcelas experimentais. Por ocasião da coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas eencaminhadas para caracterização química no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), cujos resultados das análises constam à Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental.

pH H2O	MO*	N	P	K	Ca	Mg	Na	H+	Al3+	SB*	CTC*
	.... %		.... cmolc dm-3								
7,90	1,12	0,43	5,25	0,43	6,98	6,99	2,34	0,00	0,00	16,74	16,74

* MO – matéria orgânica; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions.

Na instalação do experimento foram demarcados, em cada tratamento, cinco blocos subdivididos em cinco parcelas experimentais constituídas por quatro plantas cada uma, totalizando 16 m^2 de uma área útil, com 1,0 m de bordadura em cada extremidade, assim, cada tratamento foi composto por 20 plantas subdivididas em cinco parcelas experimentais, compondo 48 m^2 de área útiltotal, deixando-se uma linha de cada lado como bordadura lateral (Figura 1). O experimento ocupouárea total de 2500 m^2 e densidade de plantio correspondente a 1666 plantas ha^{-1}.

Figura 1 – Detalhes da área experimental com destaque para a disposição e demarcação das parcelas experimentais, manejodas plantas e dos restos culturais nas fileiras duplas.

Os estudos foram conduzidos obedecendo ao delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro níveis de nitrogênio correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg ha^{-1} ano^{-1}, na forma de sulfato de amônio, os quais foram parcelados e aplicados a cada dois meses, via fertirrigação, durante o segundo ciclo da cultura da bananeira cv. Pacovan.

A água residuária, utilizada na irrigação da cultura, foi capitada do leito do Rio Bodocongó por um sistema de irrigação localizada do tipo microaspersão constituído por uma eletrobomba composta por um motor elétrico monofásico com três cv de potência e uma bomba centrífuga; cabeçal de controle composto por filtro de disco de 130 mícron, manômetro analógico e injetor de fertilizantes do tipo Venturi instalado no cabeçal de controle, antes do sistema de filtragem do sistema de irrigação. Linha principal de PVC com diâmetro nominal de 50 mm e linha de acesso a cada parcela experimental composta por mangueiras flexíveis de polietileno com 16 mm de diâmetro e 25 m de comprimento, contendo microaspersores autocompensantes espaçados 6,0 m nas laterais e 4,0 m entre emissores irrigando, assim, quatro touceiras cada um.

As avaliações das características de produção da cultura da bananeira cv. Pacovan foram realizadas em frutos coletados em cachos colhidos nas plantas avaliadas em cada parcela experimental, sendo o ponto de colheita determinado com base na aparência dos frutos, cujas, suas características físicas, assim como os procedimentos adotados para sua obtenção, podem ser entendidos da seguinte forma:

a) Número de pencas por cacho (NPC): contabilizadas em campo, por ocasião da colheita dos cachos, sendo computada a totalidade de pencas comerciais produzidas em cada cacho, conforme cada tratamento. Por ocasião da contagem das pencas, coletou-se, uma amostra composta por 09 frutos, retirados, no total de três frutos situados na porção intermediária das pencas localizadas na porção superior, central e inferior dos cachos; os quais foram acondicionados, separadamente, em sacos de papel, devidamente identificados para avaliações posteriores;

b) Número de frutos por penca (NFP): foi estimado a partir do valor médio obtido com a contagem dos frutos encontrados nas pencas localizadas na porção superior, central e inferior dos cachos e o número de pencas contabilizadas em cada cacho;

c) Número de frutos por cacho (NFC): estimado a partir dos resultados de número

total de frutos produzidos em cada penca (NFP) e o total de pencas contabilizadas nos cachos (NPC);

d) Comprimento médio dos frutos (CMF): obtido com o auxilio de uma fita milimetrada tomando-se o valor médio das medidas das curvaturas interna e externa de cada fruto, partindo-se da base do pecíolo até o ápice dos mesmos, sendo os resultados expressos em cm;

e) Diâmetro médio dos frutos (DMF): tomado simultaneamente às medições de comprimento, comum paquímetro digital, aferindo-se a região mediana dos mesmos frutos em que foram tomadas as medidas de comprimento, sendo resultados expressos em cm;

f) Peso médio dos frutos (PMF): obtido com o auxílio de uma balança analítica, tomando-se o valormédio obtido com as pesagens dos frutos amostrados na porção intermediária das pencas superior, central e inferior de cada cacho, cujos resultados foram expressos em g.

Os dados coletados foram submetidos às análises de variância e regressão, avaliando-se os efeitos do fator à significância de 1 a 5 % de probabilidade. Para estas análises, utilizou-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

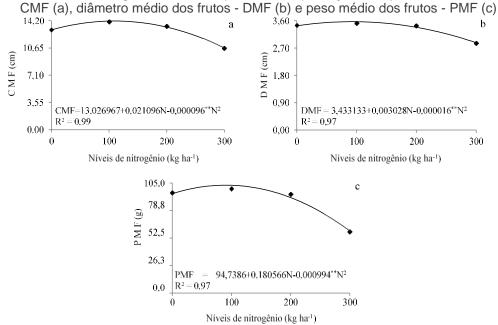
A partir dos resultados contidos na Tabela 2 verifica-se que os componentes de produção da bananeira cv. Pacovan foram significativamente influenciados pelos diferentes níveis de nitrogênio aplicados à cultura, via água residuária do Rio Bodocongó, em que constatou-se efeitos significativosa nível de 1 % de probabilidade para comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos(DMF) e peso médio dos frutos (PMF). Por outro lado, os diferentes níveis de nitrogênio aplicados não proporcionaram efeitos significativos sobre as variáveis: número de pencas por cacho (NPC), número de frutos por penca (NFP) e número de frutos por cacho (NFC).

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos componentes de produção: número de pencas por cacho (NPC), número de frutos por penca (NFP), número de frutos por cacho (NFC), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e peso médio dos frutos (PMF), em meio aos diferentes níveis de nitrogênio aplicados à bananeira 'Pacovan' via água residuária do Rio Bodocongó

FATORES	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		NPC	NFP	NFC	CMF	DMF	PMF
Nitrogênio	3	4,1171ns	3,4438ns	669,8767ns	34,0989**	1,4174**	5561,6015**
Regressão Linear	1	1,8377ns	5,5433ns	635,6022ns	46,2011**	2,5724**	10387,1428**
Regressão Quadrática	1	5,9157ns	1,6137ns	1107,4228ns	55,8542**	1,5876**	5930,2041**
Regressão Cúbica	1	4,5979ns	3,1744ns	266,6049ns	0,2414ns	0,0922ns	367,4576ns
Bloco	4	0,9365ns	1,1274ns	152,1777ns	4,6007ns	0,2180ns	397,5168ns
Resíduo	52	1,8498	2,7971	449,6761	4,5724	0,2083	348,8038
CV (%)		18,10	14,11	23,48	16,69	13,76	21,46

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo

A partir dos resultados obtidos com os estudos de regressão, optou-se por aquele que melhor se ajustou à natureza dos dados, bem como os respectivos coeficientes de dispersão (R^2). Ao se analisaros efeitos significativos dos níveis de nitrogênio sobre os caracteres físicos dos frutos da cv. "Pacovan", por meio da análise de regressão, constatou-se que o modelo quadrático foi o melhor se ajustou à natureza dos resultados obtidos (Figura 2).

Figura 2 – Efeito dos diferentes níveis de nitrogênio, aplicados à bananeira ‘Pacovan’ via água residuária do Rio Bodocongó, sobre os componentes de produção: comprimento médio dos frutos - CMF (a), diâmetro médio dos frutos - DMF (b) e peso médio dos frutos - PMF (c)

Verifica-se, na Figura 2a, que o comprimento dos frutos foi significativamente afetado pelos níveis de nitrogênio aplicados via fertirrigação, em que a aplicação de 109,88 kg de N ha^{-1} conferiu um comprimento máximo de 14,19 cm aos frutos de bananeira, representando um incremento de 8,15 % quando comparado com o valor de 13,03 cm obtido nas plantas não fertirrigadas; a partir do nível máximo, o comprimento dos frutos decresceu 5,47 % e 24,43 %, respectivamente, quando se aplicou 200 e 300 kg de N ha^{-1} , via água residuária do Rio Bocongó.

Alguns autores obtiveram resultados semelhantes em estudos realizados com bananeira, a exemplo de Coelho *et al.* (2006) que obtiveram frutos de bananeira terra com no máximo 26,75 cm de comprimento. Macêdo *et al.* (2007) também verificaram que as bananeiras fertilizadas com nitrogênio produziram frutos com no máximo de 21,80 cm de comprimento. Em experimento com bananeiras Prata-anã, Damatto Junior *et al.* (2011) e Damatto Junior *et al.* (2006) observaram frutos com comprimento médio de 16,59 e 13,0 cm, respectivamente.

Quanto ao diâmetro médio dos frutos (Figura 2b), observa-se que a aplicação de 94,63 kg de Nha^{-1} via fertirrigação ocasionou um incremento máximo de 3,58 cm ao diâmetro dos frutos de bananeira, conferindo acréscimos da ordem de 4,09 %; 4,93 % e 18,91 % no diâmetro médio dos frutos em relação às plantas não fertirrigadas e aos níveis de nitrogênio correspondentes a 200 e 300 kg ha^{-1}, respectivamente.

Este resultado é superior ao encontrado por Rodrigues *et al.* (2001) que obtiveram frutos com diâmetro médio de 3,2 cm e inferior àqueles obtidos por Coelho *et al.* (2006) e Macêdo *et al.* (2007) ao verificarem frutos da segunda penca com diâmetro médio de 4,1 e 3,98 cm, respectivamente. Neste contexto, Damatto Junior *et al.* (2011) destacam que a questão de diâmetro de frutos é bastante variável pois este é um dos fatores que determinam o ponto ideal de colheita, a depender do destino que se pretende dar aos frutos pois, normalmente, frutos para consumo local são colhidos com diâmetros maiores enquanto que frutos para serem transportados a distâncias maiores, são colhidos com diâmetros menores.

O peso médio dos frutos (Figura 2c) foi mais elevado quando se aplicou 90,83 kg de N ha^{-1}, verificando-se o valor máximo de 103 g; a partir deste ponto houve tendência de redução até o maior nível de nitrogênio aplicado (200 e 300 kg ha^{-1}), em que se observou frutos com peso médio de 91,09 e 59,45g, respectivamente.

Ledo *et al.* (2008), em estudos realizados com as cultivares Thap Maeo e Prata Anã em Propriá- SE, obtiveram frutos com peso médio de 86,7 g e 116,3 g, respectivamente. Já estudos conduzidos por Rodrigues *et al.* (2006) no Norte de Minas Gerais e Donato *et al.* (2006) em Guanambi-BA, com bananeiras ‘Prata Anã’ contêm resultados superiores, cujos valores alcançados foram, respectivamente, de 140 e 155,80 g $frutos^{-1}$.

4. CONCLUSÕES

O fornecimento de sulfato de amônio equivalentes às quantidades de 200 e 300 kg de N ha^{-1}, via água residuária do Rio Bodocongó, reduz consideravelmente o comprimento, diâmetro e peso médio de bananas ´Pacovan’, respectivamente, em 5,47 e 24,43 %; 4,93 e 18,91 % e, 11,51 e 42,25 %.

O fornecimento de N no intervalo correspondente a 90,83 e 109,88 kg ha^{-1} permitem a obtenção de frutos de melhor qualidade física e, portanto, são recomendados para produção de bananeira ‘Pacovan’ no processo de aproveitamento de água residuária do Rio Bodocongó.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. S.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; ANDRADE NETO, T. M. Crescimento e produtividade da bananeira cv. Grande Naine sob diferentes combinações de nitrato de cálcio e ureia.Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n.1, p. 125-131, jan/fev, 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 88p. 2018.

CASTRICINI, A.; SANTOS, L. O.; DELIZA, R.; COELHO, E. F.; RODRIGUES, M. G. V. Caracterização pós-colheita e sensorial de genótipos de bananeiras tipo prata. Rev. Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.37, n. 1, 2015.

COELHO, E. F.; BORGES, A. L., SANTANA, J. A. V.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; CALDAS , R. C. Crescimento de produtividade da bananeira da terra sob diferentes níveis de irrigação e de potássio.Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA, 2006.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; BOAS, R. L. V.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. **Avaliação nutricional em folhas de bananeira 'Prata-anã' adubadas com composto orgânico.** Revista brasileira de fruticultura. vol.28, n.1, pp. 109-112, . 2006.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; BÔAS, R. L. V.; LEONEL, S.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J. Crescimento e produção de bananeira prata-anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 713-721, Outubro 2011.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O. e; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 1, p. 139-144, Abril 2006.

DUENHAS, L. H.; VILLAS BÔAS, R. L.; SOUZA, C. M. P.; RAGOZO, C. R. A.; BULL, L. T. Fertirrigação com diferentes doses de N P K e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos delaranja (Citrus sinensis O.) 'Valência'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 214-218, 2002.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial, Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(3): 524-529, jul.-set. 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA),v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

LAHAV, E.; TURNER, D. Banana nutricion. Bern, Switzerland: International Potash Institute, 1983.62p. (Bulletin, 7).

LEDO, A. da S.; SILVA JUNIOR, J. F. da; LEDO, C. A. da S.; SILVA, S. de O.

Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco, Sergipe. Revista Brasileira de Fruticultura, vol.30, n.3, pp. 691-695, set. 2008.
MACÊDO, L. de S.; SANTOS, E. S. dos; SANTOS, E. C. dos. Produção da bananeira fertirrigada no semiárido Em função de nitrogênio e volume de água. Tecnologia e Ciência Agropecuária, João Pessoa, v.1., n.2, p.9-18, dez. 2007.

MELO, A. S. de; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Crescimento, produção de biomassa e eficiência fotossintética da bananeira sob fertirrigação com nitrogênio e potássio. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 3, p. 417-426, jul-set, 2010.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; MENEGUCCI, J. L. P. Influência do ensacamento do cachona produção de frutos da bananeira 'Prata-anã' irrigada, na região norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.3, p.559-562, 2001.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; SILVA, S. de O. Avaliação de genótipos de bananeira sobirrigação. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 28,n. 3, p. 444-448, dez. 2006.

SANTOS, V. P. dos; FERNANDES, P. D.; MELO, A. S. de; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. de M.; BONFIM, L. V. Fertirrigação da bananeira cv. prata-anã com N e K em um argissolo vermelho-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.31, n.2, p.567-573, 2009.

SANTOS, V. P.; FERNANDES, P. D.; MELO, A. S.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M.; BONFIM, L. V. Fertirrigação da bananeira cv. Prata-anã com n e k em um argissolo vermelho-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 567-573, Junho2009.

SILVA, J. L. A.; ALMEIDA, J. A. C. de. Reflexões Arqueológicas: estudo dos sítios arqueológicos do município de Queimadas/PB. Tarairiú - Revista do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB. Campina Grande, Ano II – n. 1, n. 02, Março de 2011.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155, 2003.

SOUSA, V. F.; VELOSO, M. E. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, V. A. B.; D'ALBUQUERQUE JUNIOR, B. S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira 'Grand Naine. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.39, n.9, p.865-869, set. 2004.

CAPÍTULO 11

UTILIZAÇÃO DO COPRODUTO DO FEIJÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA EM DIETAS DE PEQUENOS RUMINANTES

Carlos Alexandre Silva Paes
Estudante de Iniciação Científica, PIBIC/ IFGoiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO
E-mail: carlos.alexandre41@yahoo.com.br

Elis Aparecido Bento
Professor Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde – GO
E-mail:elis.bento@ifgoiano.edu.br

Luiz Marcos Silva Paes
Estudante de Iniciação Científica, PIBIC/ IF Goiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO
E-mail: luizmarcos_rv@outlook.com

Ramanda Silva Santos
Colaborador voluntário PIVIC/IF Goiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO
E-mail: ramanda.santos123@gmail.com

Rafael Oliveira Santos
Colaborador voluntário PIVIC/IF Goiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO
E-mail: deoliveirasantos18@outlook.com

Paulla Christina Rodrigues Oliveira
Colaborador voluntário PIVIC/IF Goiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO
E-mail: paullachristinazootec@gmail.com

Kátia Cylene Guimares
Professor Instituto Federal GoianoCampus Rio Verde – GO
E-mail: katia.guimaraes@ifgoiano.edu.br

Cálita Cabral Martins Silva
Colaborador voluntário PIVIC/IF Goiano
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO
E-mail: calita.cabral@hotmail.com

RESUMO: O resíduo de feijão é um alimento proteico proveniente do beneficiamento da agroindústria. Objetivou-se avaliar o desempenho de cabritos Moxotó e cordeiros Santa Inês confinados com uso do coproduto do feijão em substituição ao Farelo de Soja. Foram utilizados 24 cabritos, sendo 12 machos e 12 fêmease 18 Cordeiros, sendo nove machos e nove fêmeas, confinados durante 40 dias. O experimento ocorreuem duas etapas, sendo o primeiro com cabritos com delineamento experimental em blocos casualizados com 04 tratamentos e 03 repetições sendo um controle e outros três níveis

de 15, 30 e 45 % com inclusãodo Coproduto do Feijão. A montagem dos tratamentos para cordeiros foi em blocos casualizados com03 tratamentos e 03 repetições sendo um controle e outros dois níveis de 40 e 60 % com adição do Coproduto do feijão em substituição ao Farelo de Soja. A substituição de 30 % e 45 % do Farelo de Sojaem dietas de cabritos Moxotó apresentou resultados satisfatórios quando comparado ao tratamento controle. As dietas de cordeiros quando substituída 40 % do Farelo de Soja podem ser realizadas sem influenciar no desempenho. A utilização do Coproduto do Feijão em confinamento pode ser realizadasem influenciar no desempenho, capaz de produzir carne de melhor qualidade e reduzir custos com alimentos proteicos da dieta.

PALAVRAS-CHAVE: Agroindústria; Cabritos; Cordeiros; Resíduo.

ABSTRACT: Bean residue is a proteinic food coming from the processing of agroindustry. The objective was to evaluate the performance of Moxotó goats and Santa Inês lambs confined with the use of bean coproduct as a substitute for soybean meal. Twenty-four goats were used, 12 male and 12 female, and 18 lambs, nine male and nine female, confined for 40 days. The experiment occurred in two stages, thefirst with kids with experimental design in randomized blocks with 04 treatments and 03 repetitions being a control and other three levels of 15, 30 and 45 % with the inclusion of Coproduct of Beans. The assembly of the treatments for lambs was in randomized blocks with 03 treatments and 03 repetitions being one control and other two levels of 40 and 60 % with the addition of the Coproduct of Beans in substitution of the Soy Bran. The substitution of 30 % and 45 % of Soy bean Meal in Moxotó goat dietsshowed satisfactory results when compared to the control treatment. Lamb diets when replacing 40 % of Soy Meal can be performed without influencing performance. The use of Confined Bean Coproduct can be performed without influencing performance, capable of producing better quality meat and reducing costs with protein foods in the diet.

KEYWORDS: Agroindustry; Goats; Lambs; Waste.

1. INTRODUÇÃO

A criação de caprinos tradicionalmente tem sido voltada para a produção de leite, por este ser considerado um produto nobre, contudo potencialmente produzem carne e pele. De acordo com o IBGE(2017), o Brasil possui um rebanho de 8,2 milhões de Caprinos e Goiás conta com rebanho de 36,3 mil Caprinos o que representa enorme potencial para o crescimento.

A criação de ovinos é uma atividade milenar e vem sendo aprimorada para atender as demandas do mercado atual. Em um passado recente a produção de lã foi muito praticada sendo a produção de animais para corte o principal objetivo das explorações comerciais em atividade. Segundo Viana (2008), a ovinocultura está presente em praticamente todos os continentes, a ampla difusão da espécie deve principalmente pelo seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações, sendo as criações destinadas tanto à exploração econômica como à subsistência de famílias de zonas rurais. No Brasil, verifica-se, nos últimos anos, um aumento significativo na demanda de carne ovina, principalmente nos grandes centros urbanos. Tal constatação tem impulsionado a produção de cordeiros para abate, provocando a expansão da ovinocultura (GERON *et al.*, 2012).

O confinamento de ovinos vem sendo adotado cada vez mais na procura por oferecer carne de qualidade durante todo ano, em um mercado cada vez mais exigente (ALMEIDA *et al.*, 2012). De acordo com IBGE (2017), Goiás conta com um rebanho de 145.406 ovinos e destes apenas 3.500 estãono município de Rio Verde o que representa enorme potencial para crescimento.

A alimentação é um dos fatores que mais oneram os sistemas de produção intensivos, tornando necessárias fontes alimentares de bom valor nutritivo e de baixo custo (POMPEU *et al.,* 2012). Segundo Miyagi (2020), estudos tem sido realizados com objetivo de evidenciar a capacidade de alguns microrganismos de serem usados como potenciais probióticos assim como potenciais substitutos da proteína da dieta.

Animais em regime de confinamento geralmente consomem alta quantidade de concentrados para suprir as exigências de energia e proteína. Podemos destacar o milho e o farelo de soja como alimentos de alto valor biológico, entretanto, seus elevados custos constituem um fator limitante à sua utilização (FERRO 2014).

Avaliando o efeito do processamento do milho, Oliveira *et al.* (2015), verificaram

que os animais do tratamento com milho inteiro foram abatidos com maior peso vivo. Esses autores relataram ainda que a vantagem de usar o milho inteiro em relação aos demais se caracteriza pela facilidade de uso na propriedade, por não passar por nenhum processamento e consequentemente apresentar menor custo econômico. O resíduo de feijão é um alimento proveniente do beneficiamento da agroindústria, sendo classificado quimicamente como um alimento proteico, o que permite sua inclusão, em dietas deanimais ruminantes (CONAB 2012).

Nesse contexto, objetiva-se avaliar o desempenho de cabritos da raça Moxotó e cordeiros da raça Santa Inês confinados com uso do Coproduto do Feijão em substituição ao Farelo de Soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no galpão experimental do Laboratório de Ensino e Pesquisa de Ovinos e Caprinos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano) CampusRio Verde, em Rio Verde-GO, localizado na microrregião Sudeste do estado de Goiás, latitude Sul 17°47’ 53” e longitude Oeste 51° 55’ 53”. A área situa-se a altitude média de 815 m.

Os animais foram obtidos do próprio plantel do IF Goiano Campus Rio Verde – GO, onde os mesmos foram confinados em baias individuais com área de 2,8 m², cobertas, com piso de concreto, equipadas com comedouros individuais e bebedouros fixos sendo coletivos a cada dois animais com acesso *ad libitum* à água. Os animais foram pesados, identificados e tratados contra parasitas.

O experimento ocorreu em duas etapas, sendo a primeira com confinamento de cabritos onde foram utilizados 12 cabritos machos não castrados e 12 fêmeas da raça Moxotó, com idade média de 03 meses, com peso vivo inicial ± 12 kg. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com 04 tratamentos (T) e 03 repetições. As dietas continham uma relação volumoso:concentrado de 20:80. O volumoso era a Silagem de Milho (SM), e como concentrado o grão inteiro de Milho e o Farelo de Soja (FS) além do Coproduto de Feijão (CF) em substituição de 15,30 e 45 % do Farelo de Soja. As dietas experimentais foram as seguintes:

T1 = Silagem de Milho e ração concentrada;

T2 = Silagem de Milho, ração concentrada e 15 % do CF em substituição ao FS; T3 = Silagem de Milho, ração concentradae 30 % do CF em substituição ao FS; T4 = Silagem de Milho, ração concentrada e 45 % do CF em substituição ao FS.

O segundo experimento ocorreu com cordeiros onde foram utilizados 09 cordeiros machos não castrados e 09 fêmeas mestiços da raça Santa Inês com idade entre 02 e 04 meses, com peso vivo inicial por volta de 20 a 25 kg. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 03 tratamentos e 03 repetições. As dietas continham uma relação volumoso: concentrado de 10:90.

O volumoso utilizado foi feno de tifton 85 (FT) e a fração concentrada à base de farelo de soja (FS), grão inteiro de milho além de níveis de coproduto do beneficiamento do feijão (CF) em substituição ao FS. As dietas experimentais foram as seguintes:

T1= FT e ração concentrada;
T2= FT, ração concentrada e 40% CF em substituição ao FS;
T3= FT, ração concentrada e 60% CF em substituição ao FS.

O fornecimento das dietas ocorreu diariamente, em 02 porções diárias, por volta das 8:00 e das 17:00h, durante o período experimental. As sobras foram pesadas diariamente de modo a permanecer entre 05 e 10 %. A pesagem dos animais decorrendo sempre após serem submetidos a um jejum de 16 horas, no início e a cada 07 dias até completar 40 dias de confinamento. Ao final do período experimental os animais foram abatidos no Abatedouro Municipal administrado pela COOPERCARNE RIO VERDE (Cooperativa dos comerciantes de carne do Estado de Goiás).

Os pesquisadores não foram submetidos a riscos físicos por se tratar de animais dóceis bem como a nenhum risco biológico e outros. Ambos os experimentos foram avaliados o Ganho de Peso (GP), Ganho Médio Diário (GMD), Consumo de Matéria Natural (CMN), Consumo de Matéria Seca (CMS), Conversão Alimentar (CA) e Eficiência Alimentar (EA). Os dados foram analisados com o auxílio do software R (The R Development Core Team, 2011) e para comparação de médias, quando necessário, foi usado teste Tukey a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatisticamente não houve diferença do (p>0,05), dos parâmetros de desempenho de cabritos machos e fêmeas da raça Moxotó, porém com resultados satisfatórios na utilização do Coproduto do Feijão em substituição de 30 % e 45 % do FS, como mostra na Tabela 1. Ferro (2014) Concluiu que o resíduo do beneficiamento de feijão pode substituir em até 60 % da Torta de Algodão, na fração concentrada**.**

Tabela 1 - Valores médios do ganho de peso (GP), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria natural (CMN), consumo de matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) de cabritos machos e fêmeas da raça Moxotó.

MACHOS					
VARIÁVEIS	**CONTROLE**	**15 %**	**30 %**	**45 %**	**CV %**
GP (kg)	3,60	2,70	2,30	3,33	31,45
GMD (g)	90	67,50	57,50	83,25	31,45
CMN (kg)	22	19,89	19,41	20,15	12,68
CMS (kg)	19,36	17,50	17,08	17,73	12,68
CA	5,38	6,48	7,43	5,32	22,59
EA (%)	18,60	15,43	13,47	18,78	21,21
FÊMEAS					
VARIÁVEIS	**CONTROLE**	**15 %**	**30 %**	**45 %**	**CV %**
GP (kg)	1,83	2,23	2,97	1,73	30,97
GMD (g)	45,83	55,83	74,17	43,33	30,97
CMN (kg)	17,26	17,19	18,97	14,94	18,13
CMS (kg)	17,26	15,12	16,69	13,15	18,13
CA	8,29	7,49	5,88	7,72	27,13
EA (%)	12,20	13,89	18,12	13,51	28,14

Controle= SM e ração concentrada; 15 % = SM e ração concentrada; 30 % = SM ração concentrada; 45 % = SM raçãoconcentrada; CV= Coeficiente de Variação; letras distintas na linha diferem entre si segundo teste de Tukey a 5 % deprobabilidade.

O maior GP foi de 3,60 kg para o tratamento controle onde não havia adição do CF, resultado próximo á substituição de 45 % do FS onde foi de 3,33 kg além de uma melhor CA sendo de 5,32 superando o tratamento controle (Tabela 1). O maior GP para fêmeas foi 2,97 kg com substituição de 30 % do FS, além de ter uma melhor CA de 5,88 (Tabela 1), resultados satisfatórios para a inclusão do produto proveniente da agroindústria.

A substituição de 45 % do FS para as fêmeas não gerou resultados agradáveis, é possível que a idade de um dos animais tenha influenciado diretamente no desempenho dos outros, prejudicando as variáveis.

Apesar de não resultarem em diferença estatística, o GMD, CMN, CMS e EA

para machos e fêmeas (Tabela 1), obtiveram resultados animadores para a raça Moxotó, pois além da viabilidade econômica o produto possui boa quantidade de proteína, surgindo como uma alternativa na alimentação de pequenos ruminantes.

Tabela 2 - Valores médios do ganho de peso (GP), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria natural (CMN), consumo de matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) de cordeiros machos e fêmeas Santa Inês.

		MACHOS		
VARIÁVEIS	**CONTROLE**	**40 %**	**60 %**	**CV %**
GP (kg)	9,53	9,00	6,86	14,02
GMD (g)	238	225	172	14,02
CMN (kg)	46,77	39,38	37,33	8,24
CMS (kg)	41,15	34,66	32,85	8,24
CA	5,08	4,67	5,90	8,63
EA (%)	20,16	22,23	17,64	9,25
		FÊMEAS		
VARIÁVEIS	**CONTROLE**	**40 %**	**60 %**	**CV %**
GP (kg)	6,33	6,23	3,37	11,9
GMD (g)	158	156	84	11,9
CMN (kg)	31,11	30,15	23,68	16,5
CMS (kg)	27,37	26,53	20,83	30,4
CA	5,13	4,94	7,73	30,4
EA (%)	20,68	20,48	14,29	25,9

Controle= Feno de Tifton 85 e ração concentrada; 40 % = Feno de Tifiton 85 e 40 % de CF; 60 % = Feno de Tifton e 60 % de CF. Letras distintas na linha diferem entre si segundo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV= Coeficiente de Variação.

Estatisticamente não houve diferença do ($p>0,05$), dos parâmetros de desempenho de cordeiros machos e fêmeas Santa Inês, porém com resultados satisfatórios na utilização do Coproduto do Feijão em substituição de 40 % do FS, como mostra na Tabela 2. Para Godoy *et al.* (2015), os parâmetros de carcaça e desempenho podem ser influenciados por diversos fatores, entre eles o tipo de alimentação.

O maior GP foi de 9,53 kg para o tratamento controle onde não havia adição do CF, resultado próximo a substituição de 40 % do FS onde foi de 9,00 kg além de uma melhor CA sendo de 4,57 superando o tratamento controle (Tabela 2). O maior GP para fêmeas foi 6,33 kg enquanto para substituição de 40 % do FS foi de 6,23 kg, além de ter uma CA de 4,94 (Tabela 2), resultados satisfatórios para a inclusão do produto proveniente da agroindústria. A substituição de 60 % do FS para ambos os sexos não gerou resultados satisfatórios, é possível que a idade de um dos animais tenha influenciado diretamente no desempenho dos outros, prejudicando as variáveis.

Apesar de não resultarem em diferença estatística, o GMD, CMN, CMS e EA para machos e para fêmeas (Tabela 2), obtiveram resultados animadores para a raça

Santa Inês quando houve a substituição de 40 % de FS, pois além da viabilidade econômica o produto possui boa quantidade de proteína, surgindo como uma alternativa na alimentação de pequenos ruminantes.

Segundo o (MAPA 2012) O feijão é cultivado em mais de 100 países, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor do feijão, sendo bastante viável para produção de grandes, médios e pequenos produtores. Apesar de existir referências recentes sobre á utilização do coproduto do feijão na alimentação de ruminantes, a literatura ainda é escassa sobre a aplicabilidade do produto.

4. CONCLUSÃO

A utilização do Coproduto do Feijão em substituição de 30 % e 45 % do Farelo de Soja em dietas para Cabritos da raça Moxotó em confinamento, pode ser realizada sem influenciar no desempenho, melhorando o ganho de peso e conversão alimentar além da redução de custos com alimentos proteicos da dieta.

A substituição de 40 % do Farelo de Soja em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento, pode ser realizada sem influenciar no desempenho, melhorando sensivelmente a conversão alimentar além de possível redução de custos com alimentação.

AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano *Campus* Rio Verde por proporcionar condições de realização dessa investigação e pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. M.; GODOY, M. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. R.; MACHADO, A. S.; SOUSA, R. M.; CARDOSO NETO, S. R. Peso de abate e biometria de carcaça de borregas santa inês confinadas como uso de grão de milho inteiro ou moído. ANAIS... **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC.** Cuiabá, 2012.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Indicadores da Agropecuária 2012.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=538&t=2 >. Acessado em 11 de junho de 2018.

GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; SILVA, M.M.; ZEOULA, L.M. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Semina: Ciencias Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.797-808, 2012.

GODOY, M. M.; SOUSA, R. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A, R.; PESSOA, F.O.A.; CAMPOS, F.D.; SILVA, I. C. A.; SILVA, I. E.; FABINO NETO, R. Biometria da Carcaça de Ovinos Terminados comGrãos Energéticos, Inteiro ou Moído, sem Volumoso. **XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA ZOOTEC 2015.**

FERRO, M. M. **Resíduo do beneficiamento de feijão em dietas para ovinos confinados.** 2014. 107f.Dissertação (Mestrado em Ciência Animal -Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal) -Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Panorama da ovinocultura e da caprinocultura a partir do Censo Agropecuário 2017.** Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1105837. Acesso em: 12 de setembro de 2020.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Plano Agrícola e Pecuário 2011-2012.**Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: Mapa/SPA, 92 p., 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acessado em: 11 de junho de 2018.

MIYAGI, E. S. Avaliação in vitro de fungos ruminais como probiótico para ovinos em dieta de alto grão. **Braz. J. of Develop.,** Curitiba, v. 6, n. 7, p. 53642-53656 jul. 2020.

OLIVEIRA, L.S.; MAZON, M.R.; CARVALHO, R.F.; PESCE, D.M.C.; LUZ e SILVA, S.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; GALLO, S.B.; LEME, P.R. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.45, n.7, p.12921298, 2015.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; SOMBRA, W. A.; LOPES, M. N. Desempenho produtivo e característicasde carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição

ao farelo de soja. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.3, p.726-733, 2012.

VIANA, J. G. A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos,** Porto Alegre, a. 4, n. 12, 2008.

CAPÍTULO 12

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CHIPS DESIDRATADO DE MAÇÃ

Joao Tomaz da Silva Borges
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, MG.
Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Endereço: Avenida Primeiro de Junho, n.1.043 Centro, São João Evangelista/MG, Brasil. CEP: 39.705-000.
E-mail: joao.tomaz@ifmg.edu.br

Cláudia Denise de Paula
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, MG.
Instituição: Universidad de Córdoba, Facultad de Ingenierías Departamento de Ingeniería de Alimentos, Montería, Córdoba, Colombia.
E-mail: cdepaula@correo.unicordoba.edu.co

Suelen Grace Araújo Carvalho
Nutricionista pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Endereço: Avenida Primeiro de Junho, n.1.043 Centro, São João Evangelista/MG, Brasil. CEP: 39.705-000.
E-mail: suelen.carvalho@ifmg.edu.br

Acálisma Godinho de Oliveira
Técnica em Nutrição e Dietética.
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Endereço: Avenida Primeiro de Junho, n.1.043 Centro, São João Evangelista - MG, Brasil. CEP: 39.705-000.
E-mail: acalisma14@gmail.com

Júnio Brandão de Carvalho
Técnico em Nutrição e Dietética.
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Endereço: Avenida Primeiro de Junho, n.1.043 Centro, São João Evangelista - MG, Brasil. CEP: 39.705-000.
E-mail: jbrandao833@gmail.com

Lorena Rangel Nunes
Técnica em Nutrição e Dietética.
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Endereço: Avenida Primeiro de Junho, n.1.043 Centro, São João Evangelista - MG, Brasil. CEP: 39.705-000.
E-mail: lorerangel.nunes@gmail.com

Mayara Caroline Souto de Barcelos
Engenheira de Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus Diamantina.
Instituto de Ciência e Tecnologia Campus JK.
Endereço: Rodovia MGT 367, Km 583, n.5.000. Alto da Jacuba Diamantina - MG, Brasil. CEP: 39.100-000.
E-mail: mayaracbarcelos@gmail.com

Deborah Sthefani Aparecida Bastos de Moraes
Nutricionista pela Universidade José do Rosário Vellano.
Instituição: Prefeitura Municipal de Paulistas – MG.
Endereço: Rua Bias Fortes, n.30, Centro, Paulistas - MG, Brasil. CEP: 39.765-000.
E-mail: deborahsthefaninutri@hotmail.com

RESUMO: A desidratação de alimentos consiste na retirada de água sob condições controladas de tempo, temperatura e velocidade do ar, podendo ser aplicada em diferentes alimentos. Este trabalho teve o objetivo produzir e avaliar a qualidade de chips desidratado de maçã nos sabores natural e canela. Maçãs *in natura* avaliadas por meio de seleção, fator de correção (FC), rendimento (R%) em polpa e umidade, foram utilizadas na fabricação de chips desidratado. A desidratação foi monitorada pela perda de massa (PM) e o produto final submetido à determinação de umidade, R% e qualidade sensorial. Não foram verificadas perdas durante o processamento devido à ausência de sinais aparentes de danos físicos e microbiológicos, baixo FC e elevado R%. Houve redução de água da fruta *in natura* quando desidratada em estufa a 80 (± 5 ºC), sendo observada PM expressiva nos tempos 1 a 5 e menores nos tempos 6 ao 9, totalizando 9 horas, alcançando valor final de 3,33 % e R% médio de 17,62 % para ambos os sabores. Foi observada diferença ($p \leq 0,05$) para o atributo sabor e textura dos chips. Todos os atributos tiveram escores hedônicos "gostei moderadamente" e "gostei muito" e índice de aceitabilidade superior a 70 %. Os resultados demonstraram potencial de produção e de comercialização da maçã desidratada tanto sabor natural quanto sabor canela.

PALAVRAS-CHAVE: Frutas; Canela; Secagem; Qualidade sensorial; Praticidade.

ABSTRACT: Food dehydration consists of removing water under controlled conditions of time, temperature and air speed, which can be applied to different foods. This work aimed to produce and evaluate the quality of dehydrated apple chips in natural and cinnamon flavors. Fresh apples evaluated by selection, correction factor (FC), yield (R%) in pulp and moisture, were used in the manufacture of the dehydrated chips. Dehydration was monitored by the loss of mass (LM) and the final product was subjected to the determination of humidity, R% and sensory quality. There were no losses during processing, considering the suitability of the raw material, represented by the absence of apparent signs of physical and microbiological damage, low CF and high R%. There was a reduction in fresh fruit water when dehydrated in an oven at 80 (± 5 ºC), with significant LM observed at times 1 to 5 and lower levels at times 6 to 9, totaling 9 hours, reaching a final value of 3.33 % and average R% of 17.62 % for both flavors. There were changes ($p \leq 0.05$) in the flavor and texture of the dehydrated cinnamon flavor chips. All attributes had scores hedonics "I liked it moderately" and "I liked it a lot", an acceptability index greater than 70 %. The results demonstrated the

production and commercialization potential of dehydrated apples, both natural and cinnamon flavor.

KEYWORDS: Fruits; Cinnamon; Drying; Sensory quality; Practicality.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos principais setores da agricultura no agronegócio brasileiro, constituindo-se ferramenta de captação e distribuição de renda, principalmente, no que diz respeito aos pequenos e médios produtores. A alta rentabilidade e expressiva utilização de mão-de-obra contribuem para o desenvolvimento econômico e social do país, sendo alternativa para o avanço das exportações brasileiras (PETINARI; TERESO; BERGAMASCO, 2008; SOUZA *et al.*, 2018; MOTTA; MOTTA, 2019). Neste cenário, a produção da maçã possui lugar de destaque, com repercussão internacional, graças a um sistema produtivo moderno e ao mesmo tempo único, introduzido nas últimas décadas, com a oferta de frutas de grande aceitação e qualificação durante o ano todo (KIST *et al.,* 2018).

Além de acessível e de considerável aceitação pelos consumidores, a maçã apresenta propriedades antioxidantes atribuídas à presença de polifenóis (SHOJI *et al.,* 2017; TU; CHEN; HO, 2017). Estudos vêm comprovando sua contribuição positiva à saúde, incluindo a prevenção de câncer (BARS-CORTINA *et al.,* 2020), de doenças cardiovasculares (BONDONNO *et al.*, 2017) e redução do risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2 (LI *et al.*, 2019).

Industrialmente, a desidratação ocorre pelo calor produzido artificialmente sob condições de temperatura, umidade e velocidade de ar controlados. Entre as principais vantagens oferecidas pelo seu uso adequado em frutas estão: a agregação de valor, a geração de empregos e renda; o expressivo valor nutricional; a preservação de compostos aromáticos; a estabilização de ação enzimática e oxidativa; a extensão de vida de prateleira, a praticidade de consumo e de transporte, além de ser uma opção de consumo saudável (SOUZA NETO *et al.*, 2005; SILVA *et al.,* 2015; MAIA *et al.,* 2020). Destacam-se, também, a semelhança de características sensoriais e nutricionais comparada à matéria prima *in natura*; estímulo à produção contínua pelo escoamento imediato; a oferta em qualquer época do ano e a redução das perdas na lavoura (COSMO *et al.*, 2017).

Frutas desidratadas são comumente encontradas em lojas de produtos naturais e alimentos para esportistas, em algumas lanchonetes, supermercados e academias como opções de consumo, visando melhor qualidade de vida pela maior ingestão de nutrientes, o que contribui para uma alimentação balanceada, principalmente pela

praticidade no armazenamento e consumo, sendo uma opção de lanche saudável e de fácil transporte (SANTOS *et al.,* 2016).

A canela é uma especiaria amplamente estudada e com diversos benefícios já descritos na literatura, sobretudo por sua composição em substâncias antioxidantes (cinamaldeído, cinamato, cinomil-acetato, α-cariofileno, o eugenol e polifenóis), sendo considerada um alimento termogênico. A interferência decorrente de sua ingestão sobre a homeostase glicêmica pode ser considerada a resposta mais clássica. No entanto, é visto também efeitos sobre o gasto de energia, dislipidemia, controle do peso corporal e outros (ANDERSON, 2008; MEDAGAMA, 2015; SAKURAI *et al.*, 2016; D'SOUZA *et al.,* 2017; HAJIMONFAREDNEJAD *et al.*, 2019). Seus polifenóis podem promover melhorias nos componentes da Síndrome Metabólica e diminuição do risco de fatores associados com diabetes e doenças cardiovasculares (AKILEN *et al.,* 2012; ZANARDO; RAMBO; SCHWANKE, 2014; CARDOSO; GANCEDO; DEFANI, 2019), além de participar na redução dos níveis de stress oxidativo das células, frequentemente subjacente à resistência à insulina (FERNANDES, 2013).

Alimentos ou compostos termogênicos são usados com a finalidade de aumentar a termogênese do organismo, ou seja, aumentar o gasto energético, proporcionando maior consumo de calorias na digestão desses produtos, ocasionando a diminuição de apetite (FERRAZ *et al.*, 2015; SILVA JÚNIOR *et al.,* 2019; OLIVEIRA, 2015). Conforme Xavier *et al.* (2015), Muraro e Saldanha (2016) e Silva (2018), seu uso apresenta contribuições positivas sobre o corpo humano, evidenciando alterações nos parâmetros composição corporal e taxas metabólicas, com diminuições significativas de peso, índice de massa e gordura corporal.

O Brasil é um país com grande capacidade de produção de frutas, e a associação com técnicas de desidratação torna-se interessante para diversificação, disponibilidade, divulgação de tecnologias, propostas diferenciadas de consumo, dentre outras vantagens. O presente estudo teve por objetivo produzir e avaliar a qualidade de chips desidratado de maçã nos sabores natural e canela.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento do presente estudo foram utilizados maçã cv. Fuji *in natura*, hipoclorito de sódio com concentração de 2-2,5 % de cloro ativo e canela em pó adquiridos no comercio local da cidade de São João Evangelista, Minas Gerais.

2.1 Qualidade da fruta *in natura*

2.1.1 Seleção

As maçãs *in natura* foram selecionadas considerando ausência de insetos e larvas, de injúrias microbianas (presença de colônias e sinais de deterioração visíveis) e físicas (rachaduras e amassamento); casca de cor vermelho-brilhante, cheiro e textura característicos (SANTOS *et al.,* 2013; PEREIRA *et al.,* 2015; BORGES *et al.,* 2019).

2.1.2 Fator de correção

O cálculo do Fator de Correção (FC) foi realizado pela relação entre a massa (g) do alimento como adquirido (Peso Bruto) e aquela após a limpeza (Peso Líquido) (GOES; VALDUGA; SOARES, 2013).

2.1.3 Rendimento em polpa

O rendimento de polpa foi obtido por meio da relação entre massa da polpa e a massa dos frutos (peso bruto), sendo o resultado expresso em porcentagem (ANDRADE NETO *et al.,* 2015).

2.1.4 Teor de umidade

A determinação de umidade foi obtida tomando-se amostras conhecidas da matéria prima *in natura* em placas de petri previamente taradas, submetidas à estufa com circulação forçada de ar, a 105 °C, até peso constante (SILVA; TASSI; PASCOAL, 2016).

2.2 Processo de obtenção do chips desidratado

Maçãs *in natura*, previamente selecionadas, lavadas em água corrente, sanitizadas em solução clorada (150 ppm de cloro livre por 10 minutos), enxaguadas em água potável, sendo retirados os miolos, fatiadas com faca de aço inoxidável em fatias de 2-3 milímetros de espessura, dispostas em bandejas de alumínio em camada

única, foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 80 (±5 °C) até peso constante. Em seguida foram resfriadas, embaladas em sacos plásticos, rotuladas e mantidas sob temperatura ambiente (20 a 30 °C) em local limpo, protegido de luz direta e umidade, até o momento das análises, denominado Formulação 1 (F1).

Na produção do chips desidratado sabor canela (Formulação 2 - F2), a canela foi pulverizada em ambos os lados das fatias de maçã na proporção de 20 g/1.000 g. As principais etapas de processamento são apresentadas na Figura 1.

Na avaliação da etapa de desidratação, foram realizadas análises de perda de massa calculada conforme Mota (2005) e Queiroz et al. (2010), umidade de acordo a metodologia descrita por Silva, Tassi e Pascoal (2016) e rendimento (R%) (SANTOS *et al.,* 2010).

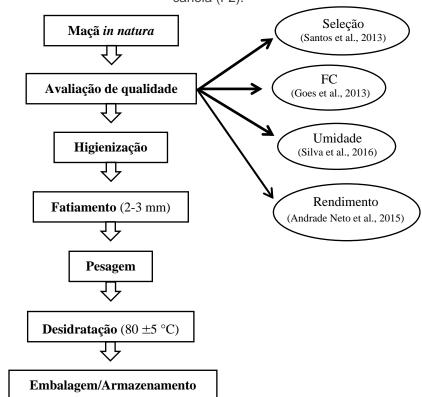



FIGURA 1 – Fluxograma de processamento da maçã desidratada sabor natural (F1) e canela (F2).

Fonte: Autores.

2.3 Qualidade sensorial

Os chips desidratados de maçã sabor natural (F1) e canela (F2) foram avaliados quanto à qualidade sensorial através dos métodos afetivos de aceitabilidade. Para a aceitação utilizou-se escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de 9 (“gostei extremamente”) a 1 (“desgostei extremamente”), avaliando os atributos sabor, aroma e textura. A intenção de compra foi determinada utilizando-se de escala de intenção de compra de 5 pontos, variando de 5 (“certamente compraria”) a 1 (“certamente não compraria”) (DUTCOSKY, 2019). Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A.), seguiu-se como referência valores ≥ 70 %, sendo utilizada a expressão (MINIM, 2018): I.A. (%) = A × 100/B, em que A = nota média obtida para o produto; B = nota máxima dada ao produto.

Amostras de ambos os chips foram servidas, monadicamente, a 150 julgadores não treinados (consumidores), com idade entre 11 e 64 anos, de ambos os sexos, entre visitantes e pertencentes à comunidade acadêmica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus São João Evangelista, sendo convidados para realizar a análise com base no hábito de consumir maçã e alimentos desidratados.

2.4 Planejamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em dois tratamentos (maçã sabor natural e condimentada), em 4 repetições. As respostas das análises de qualidade da matéria prima, etapa de secagem e qualidade do chips desidratado foram registradas em planilhas do Microsoft Excel, versão 2010. Realizou-se uma análise de variância ($p \leq 0,05$) e uma vez comprovada diferença entre os tratamentos utilizou-se teste de médias de Student ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade da matéria prima

As maçãs selecionadas apresentaram cor vermelho-brilhante e cheiro característico; textura firme; ausência de injúrias macro e microbianas, de danos

físicos, de ovos ou insetos e larvas, indicando adequação para consumo *in natura* ou utilização na indústria de alimentos, considerando os atributos físicos e sensoriais avaliados (Figura 2). Conforme Albornoz *et al.* (2009) e Oliveira *et al.* (2016) na aquisição e consumo de frutas pode-se combinar inúmeros critérios na determinação de qualidade como, por exemplo, uniformidade de tamanho e forma, composição físico-química, período de safra, dentre outros.

Segundo Food Ingredients Brasil (2013) e Amarante *et al.* (2018), hortaliças e frutas devem ser selecionadas considerando aspectos como coloração, textura e cheiro característicos, ponto de maturação uniforme e ausência de danos macro e microbiológicos. A seleção, de acordo com Kopf (2008) e Lima *et al.* (2018), deve ocorrer em mesas, travessas ou esteiras limpas dispostas em locais bem iluminados, sendo as frutas analisadas segundo critérios de qualidade pré-estabelecidos, retirando-se as defeituosas, machucadas, podres, imaturas ou maduras demais.

FIGURA 2 – Maçãs selecionadas, isentas de injúrias macro e microbianas e danos físicos.

Fonte: Os Autores.

Matérias primas selecionadas, associadas a boas práticas de fabricação; equipamentos, utensílios e ingredientes adequados; atenção a parâmetros específicos de qualidade e monitoramento frequente são práticas fundamentais que garantem a redução de perdas antes, durante e após o processamento e obtenção de produtos finais seguros, com maior preservação de nutrientes ou substâncias com alegação de funcionalidade. Somando-se a esses fatores, Motta e Motta (2019) relatam que na obtenção de maçãs de qualidade, além das condições climáticas, os colaboradores tem função relevante para que a fruta seja colhida com o devido

cuidado, ainda com o pedúnculo, sem bater umas nas outras e sem cair no chão, o que influenciará diretamente no seu valor de mercado.

O FC da maçã *in natura* utilizada no presente trabalho foi 1,05, cujo resultado foi inferior àqueles obtidos por Silva, Jesus e Soares (2016) (1,17) e por Silva, Moura e Bezerra (2020) (1,10) para maçã, o que é desejável, em decorrência de fatores como manipulação adequada em todas as etapas de processamento, seleção qualificada, não descascamento e remoção de miolo, resultando em maior rendimento em polpa fresca e consequentemente menor índice de desperdício (Figura 3).

Conforme Lemos, Botelho e Akutsu (2011), variações nos valores de FC, são decorrentes de diversos fatores, como proximidade da colheita e da comercialização, cuidados dispensados pelo fornecedor, condições de transporte e armazenamento do alimento. Estes elementos quando realizados adequadamente propiciam menores perdas e desperdícios devido a pouca presença de partes amassadas, estragadas ou impróprias para o consumo. Desta forma, observa-se que medidas tomadas da colheita ao consumo são necessárias para reduzir os FC, diminuindo desperdícios e custos. Schneider, Warken e Silva (2012) reiteram a necessidade da exigência da qualidade da matéria-prima no ato da compra/recebimento, considerando a interferência do estádio de maturação, condições de acondicionamento e transporte no rendimento final do alimento. Ressalta-se, também, a necessidade de treinamentos periódicos dos colaboradores envolvidos na cadeia produtiva da matéria prima, que são fundamentais para a redução dos desperdícios.

FIGURA 3 – Produtos finais das etapas de seleção, fatiamento, retirada de miolo e aparas.

Fonte: Autores.

O rendimento em polpa fresca das maçãs para obtenção dos chips desidratados F1 e F2 foi de aproximadamente 96 %, explicado pelas mínimas perdas nas etapas iniciais de preparo da fruta para a secagem. As partes descartadas foram o pedúnculo, o endocarpo e a semente, geralmente não recomendados para consumo.

Maiores rendimentos de polpa são interessantes tanto para o consumo de fruta fresca, como para utilização industrial, variando em função da qualidade da matéria prima, bem como da metodologia de processamento, utilização e hábitos de consumo, dentre outros fatores. Hiluey *et al*. (2005), ao determinarem a qualidade de manga tipo espada obtiveram rendimento de 56,88 %; Ribeiro *et al.* (2011) e Lima *et al.* (2017) analisaram abacaxis, do cultivar Pérola, encontrando rendimentos de polpa de 44,10 e 60,00 %, de casca de 18,96 e 33,70 % e de cilindro (eixo) central de 14,58 e 6,30 %, respectivamente.

O teor de umidade da matéria prima *in natura* foi 85,40 %. Valores próximos foram também encontrados por Córdova (2006) (87,20 %), Santos *et al.* (2013) (88,18 %) e Vargas *et al.* (2016) (86,60 %). Esses resultados estão diretamente relacionados à alta atividade de água (Aw), parâmetro muito importante para a indústria de alimentos, pois influencia a velocidade de reações enzimáticas, químicas e microbiológicas.

Para Nieto *et al.* (2013), a maçã comercial possui Aw de aproximadamente 0,99. Turella *et al.* (2017), encontraram valor de 0,97 em maçã *in natura*, justificando a necessidade de armazenamento adequado, sobretudo, refrigerado na pós-colheita, objetivando minimizar perdas na matéria prima da colheita ao consumo. Por outro lado, a desidratação de alimentos por favorecer a redução nestes valores, incrementa a vida de prateleira da matéria-prima. Moura *et al.* (2007), Scheeren, Lehn e Souza (2012) e Chaves *et al.* (2018) verificaram redução de Aw quando maçãs frescas foram processadas para produção de passas (0,65) e chips desidratados (0,58 e 0,36), respectivamente.

A Aw indica a possibilidade de crescimento microbiano em determinado alimento, revelando a susceptibilidade à proliferação e desenvolvimento de algum tipo de bactéria, fungo ou levedura, orientando procedimentos na elaboração de produtos diversos ou o emprego de métodos de conservação. É também parâmetro essencial para reações enzimáticas, oxidativas, hidrolíticas e de escurecimento (CELESTINO, 2010), influenciando assim na estabilidade nutricional e sensorial (cor, odor, sabor e

textura) dos alimentos, parâmetros relevantes no desenvolvimento de maçã desidratada.

3.2 Produção da maçã desidratada

Na avaliação do comportamento da fruta durante a secagem, foram utilizados 9,06 quilogramas de maçã, sendo periodicamente pesados (Quadro 1) para acompanhamento da perda de massa. Ao final da etapa foram obtidos 1,98 quilogramas. Método semelhante foi também seguido por Egea (2010).

A maçã após secagem apresentou um acréscimo nos teores de sólidos em relação ao produto fresco, o que é atribuído à perda de água durante a etapa, resultando na concentração dos nutrientes no produto seco (MOURA *et al.,* 2012). Durante o experimento foi notório que maiores perdas de massa ocorreram nas primeiras horas (T1-T5), com a movimentação da água do interior das fatias na mesma velocidade com que evapora da superfície, tornando-se menos intensa na segunda parte da secagem (T6-T8) até obtenção de massa constante (T9).

No início da desidratação, a maçã apresenta elevado teor de umidade, consequentemente o soluto encontra-se mais disperso, tendo maior teor de água livre, facilitando sua retirada por meio da corrente de ar quente no interior da estufa, o que explica os resultados nos tempos T1 a T5.

QUADRO 1 – Perda de massa da maçã durante a etapa de secagem.

Temperatura (°C)	**Tempo (T) (horas)**	**Massa (gramas)**	**Perda de massa**	
			Gramas	**%**
80 (± 5 ºC)	1	283	-	-
	2	214	66	75
	3	150	63	53
	4	104	46	36
	5	75	29	26
	6	68	7	24
	7	63	5	22
	8	62	1	21
	9	62	0	21
Umidade final do chips desidratado: 3,33 %				

Fonte: Autores.

No decorrer da etapa de desidratação a quantidade de água diminui em menor intensidade, conforme observado em T6-T8. Consequentemente, uma maior incorporação de solutos, associada a deformação de estrutura celular e menor velocidade de liberação de água pôde ser observada, dificultando sua retirada do tecido vegetal (OLIVEIRA, 2014; PRAWIRANTO *et al.,* 2018), chegando a um ponto em que não há nem perda ou ganho de massa, mantendo-se constante.

O teor médio de água na maçã desidratada sabor natural e canela foi de 3,33 %. Para Food Ingredients Brasil (2016) a secagem de alimentos estende expressivamente a vida de prateleira, sendo de interesse para a indústria de alimentos, tendo como principal fator para essa conservação, baixos valores de umidade e Aw.

Santos *et al.* (2013) obtiveram em seu trabalho sobre maçã desidratada resultado de umidade final de 5,76 %. Moura *et al.* (2012) relataram redução deste componente superior a 30 %, em maçãs tipo Gala e Fuji, corroborando com o presente estudo. Yahagi *et al.* (2016) também verificaram redução do teor de umidade e Aw ao avaliarem a influência da geometria de corte nas características físicas, químicas e sensoriais de manga desidratada.

As maçãs desidratadas sabor natural e canela apresentaram rendimento de 16,21 % e 19,02 %, respectivamente, superiores àqueles encontrados por Raupp *et al.* (2009) (12 %) e Gonçalves e Blume (2008) (13,78 %), em tomate desidratado em estufa e abacaxi submetido a secagem osmótica, respectivamente. Teores mais elevados de sólidos na matéria prima *in natura*, condições de processamento e características físicas do produto final são fatores que influenciam diretamente neste parâmetro, elucidando os resultados encontrados.

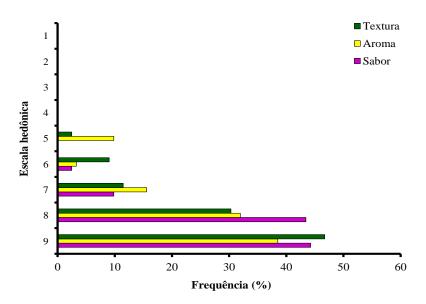
É possível relacionar a diminuição no teor de água com o aumento de sólidos totais no produto final. Conforme Souza *et al.* (2018), Oliveira e Petrovick (2010), a concentração de sólidos presentes numa formulação ou matéria prima exerce grande influência na densidade do produto final. Informações sobre o rendimento em produto desidratado são importantes para a composição final do preço do produto processado. A maçã, por apresentar um alto teor de água quando *in natura*, resulta em baixo rendimento, o que é, como esperado, uma função da umidade residual de secagem (COELHO; WOSIACKI, 2010; SCOLFORO; SILVA, 2013) e das características finais desejadas (Figura 4).

FIGURA 4 – Resultado final do processo de desidratação de maçãs.

Fonte: Autores.

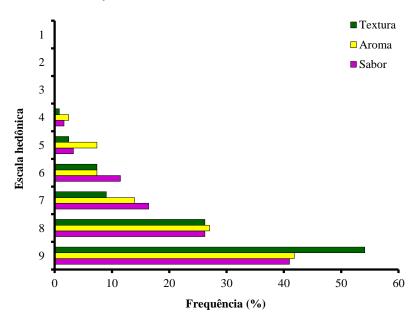
3.3 Aceitação sensorial

Ao analisar a Figura 5, referente à maçã desidratada sabor natural, percebe-se que todos os provadores atribuíram nota maior ou igual a 5, equivalente ao termo "indiferente" na escala hedônica, sendo que a maior parte destes selecionou os atributos "gostei muito (nota 8) e gostei extremamente (nota 9)", correspondente a 44 %, 38 % e 46 % para os atributos sabor, aroma e textura, respectivamente. O resultado encontrado foi semelhante ao de Nogueira, Nogueira e Falcão (2010) onde 90 % dos provadores atribuíram notas maior ou igual a 6 referente a escala hedônica, sendo que 37 % dos provadores avaliaram o produto com o termo gostei muitíssimo (nota 9).

FIGURA 5 – Histograma de frequência das notas atribuídas à aceitação dos atributos sensoriais da maçã desidratada sabor natural.

Fonte: Autores.

Na Figura 6, referente à maçã desidratada condimentada com canela, os provadores atribuíram notas entre 4 e 9 na escala hedônica, correspondente ao termo hedônico “desgostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”, tendo este como maior percentual atribuído, sendo 40 %, 41 % e 54 % quanto aos atributos sabor, aroma e textura, respectivamente.

Para ambos os produtos, foi possível observar que o maior percentual de respostas está distribuído na faixa de aceitação da escala (entre as categorias 6=gostei ligeiramente e 9=gostei muitíssimo).

FIGURA 6 – Histograma de frequência das notas atribuídas à aceitação dos atributos sensoriais da maçã desidratada sabor canela.

Fonte: Autores.

Na Tabela 1 percebe-se que as médias obtidas para ambos os produtos desidratados localizaram-se entre os termos hedônicos "gostei moderadamente" e "gostei muito". A diferença entre os resultados para o atributo sabor e textura ($p<0,05$) pode ser justificada pelo sabor marcante da canela, bem como à forma utilizada da mesma (pó) na saborização da maçã, além das diferenças culturais, que podem influenciar hábitos alimentares, formas de preparo e consumo de alimentos.

TABELA 1 – Resultados da aceitação sensorial dos atributos sabor, aroma e textura da maçã desidratada sabor natural e canela.

Atributos	Maçã Desidratada	
	Sabor natural	**Sabor canela**
Sabor	8,29a	7,85b
Aroma	7,81a	7,81a
Textura	8,09b	8,19a

*Médias seguidas de letras diferentes na linha indicam diferença ($p\leq0,05$) pelo teste t.
Fonte: Autores

Valores similares foram encontrados por Vasques *et al.* (2006) onde a porcentagem de aceitação sensorial de fatias desidratadas de maçã Fugi foi de 86 %, equivalente a uma média de 8 pontos, corresponde ao termo "gostei muito". Já Egea (2010) verificou que as maçãs desidratadas obtiveram notas médias acima de 6,

equivalente a “gostei ligeiramente”, para todos os atributos avaliados, exceto para textura.

Todos os atributos analisados apresentaram Índice de Aceitabilidade (I.A.) superior a 70 %, reiterando a boa aceitação pelos provadores (Tabela 2). Foi observado diferença (p≤0,05) entre os chips elaborados somente para o atributo de sabor, com o sabor natural com maior valor (92,11). Apesar de existir diferença significativa para para sabor, os valores obtidos indicam uma relevante aceitação para ambos os produtos. O menor resultado obtido para o chips F2 pode estar diretamente relacionado ao fato de que alguns provadores não gostaram do sabor de canela ou não tem costume com o sabor característico e particular da mesma, ocasionando na diferença entre as amostras.

TABELA 2 – Índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais sabor, aroma e textura da maçã desidratada sabor natural (F1) e canela (F2).

Atributos	Maçã Desidratada	
	F1	**F2**
Sabor	92,11a	87,22b
Aroma	86,78a	86,78a
Textura	89,89a	91,00a

*Médias seguidas de letras diferentes na linha indicam diferença (p≤0,05) pelo teste t.
Fonte: Autores.

Lachman *et al.* (2014) e Elias *et al.* (2008) encontraram I.A. acima de 80 % para todos os atributos avaliados em geleia de maçã adicionada de inulina e caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção, respectivamente. Por outro lado, Germano, Nachtigall e Vilas Boas (2017) verificaram notas superiores a 74 % quando avaliaram geleia mista de abacaxi com pimenta. Resultados similares foram encontrados por Sanjinez-Argandoña *et al.* (2018) em manga desidratada com pré-tratamento osmótico adicionada de cloreto de cálcio com médias superiores a 70 % para os atributos cor, sabor e aroma.

Para o teste de intenção de compra, Figura 7, embora tenha ocorrido diferença (p≤0,05) no sabor e textura dos chips, pode-se observar uma intenção de compra positiva para ambos os produtos, com maior parte das notas atribuídas para os termos “Certamente compraria” e “Provavelmente compraria”, com 93,44 % para F1 e 80,33% para F2. Esses resultados demonstraram o interesse dos consumidores pelos

produtos, não tendo sido observada rejeição de nenhum dos dois produtos, sugerindo viabilidade de comercialização. Resultados semelhantes foram obtidos por Miranda *et al.* (2015) e Belke *et al.* (2017) ao avaliarem a intenção de compra de frutas (goiaba e pêssego) desidratadas por diferentes processos.

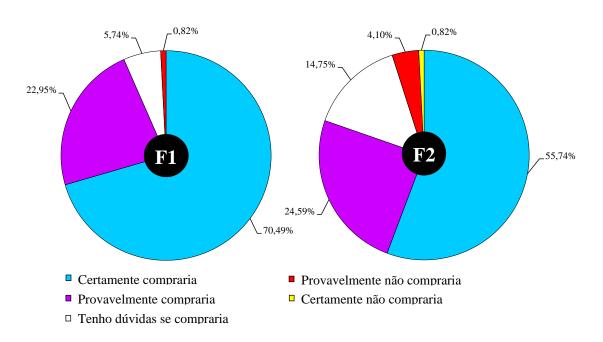



FIGURA 7 – Intenção de compra da maçã desidratada sabor natural (F1) e canela (F2).

Fonte: Autores.

4. CONCLUSÃO

Não foram verificadas perdas durante o processamento, considerando adequabilidade da matéria prima, representada pela ausência de sinais aparentes de danos físicos e microbiológicos, baixo fator de correção e elevado rendimento em polpa fresca. Houve redução de teor de água da fruta *in natura* quando submetida à desidratação em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 80 (±5 °C), sendo observada perda de massa expressiva nos tempos T1 a T5 e menores teores nos tempos T6 a T9, chegando a um valor final de 3,33 % e rendimento em produto seco de 16,21 e 19,02 % para os sabores natural (F1) e canela (F2), respectivamente. Houve diferença ($p \leq 0,05$) de sabor e textura nos chips. Todos os atributos tiveram escores localizados entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” (7,81) e “gostei muito” (8,29), índice de aceitabilidade superior a 70 % para ambos os sabores. A adição de canela interferiu ($p \leq 0,05$) na intenção de compra dos chips desidratados,

entretanto os resultados demonstraram potencial de comercialização independente de sabor. Nesse sentido, a produção de chips desidratado de maçã, saborizada com canela em pó é uma alternativa interessante para diversificação de derivados da fruta.

REFERÊNCIAS

AKILEN, R.; TSIAMI, A.; DEVENDRA, D.; ROBINSON, N. Cinnamon in glycaemic control: Systematic review and meta analysis. **Clinical Nutrition**, v.31, n.5, p.609-615, 2012.

ALBORNOZ, A.; ORTEGA, L.; SEGOVIA, E.; BRACHO, Y.; CUBILLAN, G. Atributos de compra de frutas frescas a nível urbano. **Bioagro**, v.21, n.1, p.57-62, 2009.

AMARANTE, A.F.; CORCOVADO, J.M.F.; AMORIM, V.H.; ROSSET, M.; SANTOS, C.M.E. Higiene e processamento de vegetais prontos para consumo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.20, n.3, p.289-304, 2018.

ANDERSON, R.A. Chromium and polyphenols from cinnamon improve insulin sensitivity. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.67, n.1, p.48-53, 2008.

ANDRADE NETO, R.C.; RIBEIRO, A.M.A.S.; ALMEIDA, U.O.; NEGREIROS, J.R.S. Caracterização química, rendimento em polpa bruta e suco de diferentes genótipos de maracujazeiro azedo. **Encontro Nacional da Agroindústria**, v.1, n.1, p.1-8, 2015.

BARS-CORTINA, D.; MARTÍNEZ-BARDAJÍ, A.; MACIÀ, A.; MOTILVA, M.J.; PIÑOL-FELIS, C. Consumption evaluation of one apple flesh a day in the initial phases prior to adenoma/adenocarcinoma in an azoxymethane rat colon carcinogenesis model. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.83, n.108418, p.1-14, 2020.

BELKE, M.E.; SOARES, A.J.; SOARES, M.A.; STEFFENS, J. Avaliação de características de pêssegos (*Chimarrita e Eagil*) desidratados por meio de diferentes processos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.19, n.2, p.207-215, 2017.

BONDONNO, N.P., BONDONNO, C.P., WARD, N.C., HODGSON, J.N., CROFT, K.D. The cardiovascular health benefits of apples: Whole fruit vs. isolated compounds. **Trends Food and Science Technology**, v. 69, p.243-256, 2017.

BORGES, J.T.S.; CARVALHO, S.G.A.; PAULA, C.D.; SOARES, A.S.; CAETANO, K.L.A. Desenvolvimento e avaliação da qualidade de geleia mista a base de morango e batata yacon diet. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.1, p.28450-28456, 2019.

CARDOSO, R.O.; GANCEDO, N.C.; DEFANI, M.A. Efeito hipoglicemiante da canela (*Cinnamomum* sp.) e pata-de-vaca (*Bauhinia* sp.): revisão bibliográfica. **Arquivos do MUDI**, v.23, n.3, p.399-412, 2019.

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. 1.Ed. Planaltina, DF: Embrapa, 2010. 49p.

CHAVES, R.V.; NEVES, B.P.C.; FRANÇA, J.K.P.; QUEIROZ, L.H.S.; DIAS, A.L., REIS, I.F.S.; HUNALDO, V.K.L.; SOARES, E.K.M.S., FREITAS, A.C.; SANTOS, L.H. Elaboração e caracterização físico-química de chips de maçã (*Malus domestica*). In.:

CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 58, 2018, São Luís (MA). **Resumos**... São Luís (MA): Associação Brasileira de Química, 2018.

COELHO, L.M.; WOSIACKI, G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.1, n.1, p.582-588, 2010.

CÓRDOVA, K.R.V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial**. 2006. 148 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

COSMO, B.M.N.; GALERIANE, T.M.; BENETON, A.M.G.; NOVAKOSKI, F.P. Produção de frutas desidratadas, estado atual, procedimentos e perspectivas futuras. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v.1, n.1, p.1-26, 2017.

D'SOUZA, S.P.; SUVARNA, V.C.; KANCHANASHRI, B.; NIVEDITHA, S.B. Pharmaceutical perspectives of spices and condiments as alternative antimicrobial remedy. **Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine**, v.22, n.4, p.1002-1010, 2017.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 5.Ed. Curitiba: Champagnat, 2019.

EGEA, M.B. **Desenvolvimento de produto funcional: maçã desidratada contendo fruto oligossacarídeos**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ELIAS, N.F.; BERBERT, P.A.; MOLINA, M.A.B.; VIANA, A.P.; DIONELLO, R.G.; QUEIROZ, V.P.V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.322-328, 2008.

FERNANDES, S.R.S. **O Efeito da ingestão de um café com e sem canela na glicémia pós-prandal em adultos saudáveis**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Clínica) - Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Almada, Portugal, 2013.

FERRAZ, B.S.; RAMALHO, A.A.; IMADA, K.S.; MARTINS, F.A. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de atividade física em academias de ginástica: um artigo de revisão. **Journal of Amazon Health Science**, v.1, n.2, p.24-43, 2015.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. A desidratação na conservação dos alimentos. **Revista-fi**, v.1, n.38, p.68-75, 2016.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê de Alimentos Desidratados: Alimentos Desidratados. **Revista-fi**, v.1, n.26, p.58-71, 2013.

GERMANO, L.D.; NACHTIGALL, A.L.; VILAS BOAS, B.M. Elaboração e avaliação de geleia mista de abacaxi com pimenta. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.11, n.6, p.107-111, 2017.

GOES, V.F.; VALDUGA, L.; SOARES, B.M. Determinação e Avaliação do Fator de Correção de Hortaliças em uma Unidade de Alimentação e Nutrição de Guarapuava – PR. **Ciências Biológicas da Saúde**, v.15, n.(especial), p.339-342, 2013.

GONÇALVES, A.A.; BLUME, A.R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos Tecnológicos**, v.4, n.2, p.124-134, 2008.

HAJIMONFAREDNEJAD, M.; OSTOVAR, M.; RAEE, M.J.; HASHEMPUR, M.H.; MAYER, J.G.; HEYDARI, M. Cinnamon: A systematic review of adverse events. **Clinical Nutrition**, v.38, n.2, p.594-602, 2019.

HILUEY, L.J.; GOMES, J.P.; ALMEIDA, F.A.C.; SILVA, M.S.; ALEXANDRE, H.V. Avaliação do rendimento do fruto, cor da casca e polpa de manga tipo espada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.2, p.151-157, 2005.

KIST, B.B.; SANTOS, C.E.; CARVALHO, C.; BELING, R.R. **Anuário Brasileiro da Maçã 2019**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 56 p.

KOPF, C. **Técnicas de Processamento de Frutas para Agricultura Familiar**. 1.Ed. Guarapuava: Unicentro, 2008.

LACHMAN, C.; GALVÃO, R.; CRISTO, T.W.; BRECAILO, M.K.; SANTOS, E.F.; SILVA, E.C.; MANHANI, M.R.; NOVELLO, D. Geleia de maçã adicionada de inulina: parâmetros físicoquímicos e avaliação sensorial entre crianças. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.12, n.1, p.57-69, 2014.

LEMOS, A.G.; BOTELHO, R.B.A.; AKUTSU, R.C.C.A. Determinação do fator de correção das hortaliças folhosas comercializadas em Brasília. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, 2011.

LI, D.; SUN, L.J.; YANG, Y.L.; WANG, Z.C.; YANG, X.; ZHAO, T.; GONG, T.; ZOU, L.; GUO, Y. Young apple polyphenols postpone starch digestion *in vitro* and *in vivo*. **Journal of Functional Foods**, v.56, p.127-135, 2019.

LIMA, D.S.; GOTTSCHALL, C.R.A.; MARQUES, J.E.S.; AMADO, J.A.D.; LIBARINO, C.S. Seleção de qualidade de frutas do tipo maçã utilizando visão computacional com redes neurais aplicada a um processo de manufatura robotizada. In.: Mostra Nacional de Robótica, 8, 2018, Rio Grande (RS). **Anais**... Rio Grande (RS): MNR, 2018. 5p.

LIMA, P.C.C.; SOUZA, B.S.; SANTINI, A.T.; OLIVEIRA, D.C. Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi 'pérola' minimamente processado. **Holos**, ano 33, v.2, p. 122-136, 2017.

MAIA, G.L.; SA, D.M.T.; ALENCAR, R.T.; CISNE, R.M.A.; VASCONCELOS, B.O.; FERNANDES, D.R.; SÁ JÚNIOR, E.M.; LAURINDO, J.B. Produção e avaliação de chips de goiaba (Psidium guajava L.). **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.8, p.62452-62460, 2020.

MEDAGAMA, A.B. The glycaemic outcomes of cinnamon, a review of the experimental evidence and clinical trials. **Nutrition Journal**, v.14, n.1, p.1-12, 2015.

MINIM, V.P.R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores**. 4.Ed. Viçosa: UFV, 2018.

MIRANDA, D.S.A.; PESSOA, T.; GOUVEIA, J.P.G.; GURJÃO, F.F.; PINHEIRO, R.M.M.; MARTINS, A.G.L.A. Avaliação de textura e aceitação sensorial da passa de goiaba. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.9, n.4, p.7-11, 2015.

MOTA, R.V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssego submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.789-794, 2005.

MOTTA, G.S.; MOTTA, D.S. O lugar da cadeia produtiva da maçã no cenário global e local: percepções a partir de uma cidade no sul do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.8, p.11230-11244, 2019.

MOURA, F.P.A.; NAZÁRIO, A.S.N.; LIMA, M.A.; MOREIRA, L.F.; HOLANDA, N.V.; SOUZA, P.A. Caracterização físico-química de maçãs desidratadas. In.: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012, Palmas (Tocantins). **Resumos**... Palmas (Tocantins): Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p.1-5, 2012.

MOURA, S.C.S.R.; BERBARI, S.A.; GERMER, S.P.M.; ALMEIDA, M.E.M.; FEFIM, D.A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.141-148, 2007.

MURARO, C.R.; SALDANHA, R.P. Uma revisão de literatura sobre o uso de termogênicos e seus efeitos no organismo. **Revista Perspectiva: Ciência e Saúde**, v.1, n.1, p.85-96, 2016.

NIETO, A.B.; VICENTE, S.; HODARA, K.; CASTRO, M.A.; ALZAMORA, S.M. Osmotic dehydration of apple: Influence of sugar and water activity on tissue structure, rheological properties and water mobility. **Journal of Food Engineering**, v.119, n.1, p.104-114, 2013.

NOGUEIRA, D.C.; NOGUEIRA, G.P.; FALCÃO, H.A.S. Análise sensorial de frutas desidratadas por processo de desidratação osmótica seguida de secagem em microondas. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente**, v.13, n.19, p.1-9, 2010.

OLIVEIRA, F.I.P. **Influência do pré-tratamento ultrassom e desidratação osmótica na secagem, cor, textura e enzimas do mamão formosa**. 2014. 120 f.

Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

OLIVEIRA, J.L. Fitoterápicos termogênicos: matérias-primas importadas. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, n.15, v.64, p.39-44, 2015.

OLIVEIRA, M.I.V.; PEREIRA, E.M.; PORTO, R.M.; LEITE, D.D.F.; FIDELIS, V.R.L.; MAGALHAES, W.B. Avaliação da qualidade pós-colheita de hortaliças tipo fruto, comercializadas em feira livre no município de Solânea-PB, Brejo Paraibano. **Revista Agropecuária Técnica**, v.37, n.1, p.13-18, 2016.

OLIVEIRA, O.W.; PETROVICK, P.R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.4, p.641-650, 2010.

PEREIRA, E.M.; FILHO, M.T.L.; SANTOS, Y.M.G.; PEREIRA, B.B.M.; MARACAJA, P.B. Elaboração e qualidade de geléia e compota de abacaxi pérola. **Revista Verde**, v.10, n.1, p.149-153, 2015.

PETINARI, R.A.; TERESO, M.J.A.; BERGAMASCO, S.M.P.P. A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.356-360, 2008.

PRAWIRANTO, K.; DEFRAEYE, T.; DEROME, D.; VERBOVEN, P.; NICOLAI, B.; CARMELIET, J. New insights into the apple fruit dehydration process at the cellular scale by 3D continuum modeling. **Journal of Food Engineering**, v.239, p.52-63, 2018.

QUEIROZ, V.A.V.; BERBERT, P.A.; MOLINA, M.A.B.; GRAVINA, G.A.; QUEIROZ, L.R. Mecanismos de transferência de massa na desidratação osmótica de goiaba em soluções de sacarose, sucralose e açúcar invertido. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.4, p.715-725, 2010.

RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.E; SCHEBESKI, L.S.; AMADEU, C.A.; BORSATO, A.V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazônica**, v.39, n.2, p.415-422, 2009.

RIBEIRO, W.S.; BARBOSA, J.Á.; CARNEIRO, G.G.; LUCENA, H.H.; ALMEIDA, E.I.B. Controle do fungo peduncular do abacaxi pérola. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.1, p.1-6, 2011.

SAKURAI, F.N.; ESTRELA, K.C.A.; TAMAYO, M.S.; CASSEB, M.O.; NAKASATO, M. Caracterização das propriedades funcionais das ervas aromáticas utilizadas em um hospital especializado em cardiopneumologia. **Demetra,** v.11, n.4, p.1097-1113, 2016.

SANTOS, J.C.; SILVA, G.F.; SANTOS, J.B.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.M. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, v.8, n.2, p.219-224, 2010.

SANTOS, M.L.; MACHADO, A.V.; ALVES, F.M.S.; COSTA, A.P.L.M. Estudo físico-químico de maçã desidratada em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.1, p.30-37, 2013.

SANTOS, S.; CARDOSO, W.O.; CAZETTA, M.; GORAYEB, T.C.C. Avaliação da atitude dos consumidores de frutas desidratadas. **Revista Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio**, v.1, n.1, p.1-6, 2016.

SCHEEREN, P.; LEHN, D.N.; SOUZA, C.F.V. Aproveitamento de maçãs não conformes à comercialização na elaboração de pães. **Destaques Acadêmicos**, v.4, n.4, p.67-75, 2012.

SCHNEIDER, I.; WARKEN, D.; SILVA, A.B.G. Redução do fator de correção (FC) das hortaliças no pré-preparo de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) no interior do Vale do Taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.4, n.3, p.137-141, 2012.

SCOLFORO, C.Z.; SILVA, E.M.M. Elaboração de geleia de maçã enriquecida com fruto-oligossacarídeo. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.24, n.1, p.115-125, 2013.

SHOJI, T.; YAMADA, M.; MIURA, T.; NAGASHIMA, K.; OGURA, K.; INAGAKI, N.; MAEDA-YAMAMOTO, M. Chronic administration of apple polyphenols ameliorates hyperglycaemia in high-normal and borderline subjects: a randomised, placebo-controlled trial. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v.129, p.43-51, 2017.

SILVA, A.L.S.C. **Efeitos da suplementação com canela (*Cinnamomum verum*) sobre parâmetros endócrino-metabólicos em mulheres na pós-menopausa com sobrepeso ou obesidade**. 2018. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

SILVA, C.O.; TASSI, E.M.M.; PASCOAL, G.B. **Ciência dos Alimentos, Princípios de Bromatologia**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016. 248p.

SILVA, C.S.; JESUS, J.C.; SOARES, L.S. Fator de correção de frutas e hortaliças em Unidades de Alimentação e Nutrição de Salvador - BA. **Higiene Alimentar**, v.30, n.1, p.26-31, 2016.

SILVA, E.S.; OLIVEIRA, J.; MACHADO, A.V.; COSTA, R.O. Secagem de grãos e frutas: Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.5, n.1, p.19-23, 2015.

SILVA, N.B., MOURA, V.M.C., BEZERRA, K.C.B. Avaliação do fator de correção de hortifrútis em uma unidade de alimentação e nutrição de Teresina-PI. **Brazilian Journal Development**, v.6, n.3, p.13138-13146, 2020.

SILVA JÚNIOR, L.C.; PEREIRA, E.A.A.; MACHADO, G.J. Efeito de um suplemento termogênico na composição corporal de praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.13, n.80, p.534-542, 2019.

SOUZA, H.G.; TABOSA, F.J.S.; CAMPOS, K.C.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NEDER, H.D. Análise da projeção espacial da fruticultura no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v.49, n.4, p.121-141, 2018.

SOUZA NETO, M.A.; MAIA, G.A.; LIMA, J.R.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUZA FILHO, M.S.M.; LIMA, A.S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1021-1028, 2005.

TU, S.-H.; CHEN, L.-C.; HO, Y.-S. An apple a day to prevent cancer formation: Reducing cancer risk with flavonoids. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.25, p.119-124, 2017.

TURELLA, C.C.B.; RODRIGUES, M.L.; TORRES, M.C.L.; GERALDINE, R.M.; SILVEIRA, M.F.A. Revestimento comestível incorporado com cisteína para inibição do escurecimento enzimático de maçã minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Research**, v.8, n.1, p.56-71, 2017.

VARGAS, P.O.; MATIAS, T.G.; GONÇALVES, L.T.; MUSSI, L.P.; PRATES, L.O.; PERREIRA, N.R**.** Cinética de secagem de diferentes frutas com ar quente combinado com micro-ondas. In.: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 16, 2016, Fortaleza, Ceará, Brasil. **Resumos**... Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2016.

VASQUES, A.R.; BERTOLI, S.L.; VALLE, R.C.S.C.; VALLE, J.A.B. Avaliação sensorial e determinação de vida-de-prateleira de maçãs desidratadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.759-765, 2006.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; YAHAGI, L.Y.; COSTA, T.B.; GIUNCO, A.J. Mango dehydration: influence of osmotic pre-treatment and addition of calcium chloride. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.40, n.4, p.1-9, 2018.

YAHAGI, L.Y.; COSTA, T.B.; GIUNCO, A.J.; VIEIRA, M.C.; SANJINEZ ARGANDONA, E.J. Influência da geometria de corte nas características físicas, químicas e sensoriais de manga desidratada. In.: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25, 2016, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil. **Resumos**... Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016.

XAVIER, J.M.G.; BARBOSA, J.E.P.; MACÊDO, E.M.C.; ALMEIDA, A.M.R. Perfil dos consumidores de termogênicos em praticantes de atividade física nas academias de santa cruz do Capibaribe-PE. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.9, n.50, p.172-178, 2015.

ZANARDO, V.P.S.; RAMBO, D.F.; SCHWANKE, C.H.A. Canela (*Cinnamomum sp*) e seu efeito nos componentes da síndrome metabólica. **Revista Perspectiva**, v.38, n.(edição especial), p.39-48, 2014.

CAPÍTULO 13

DIRETRIZES E CONCEITOS DAS INFECÇÕES ODONTOGÊNICAS

Gabriel Fighera Marchi
Cirurgião Bucomaxilofacial
E-mail: gabriel.figheramarchi@gmail.com

João Pedro Silveira da Silva
Cirurgião Bucomaxilofacial
E-mail: joaopedro.odonto@gmail.com

Heitor Boeira Pansard
Cirurgião Bucomaxilofacial
E-mail: hpansard@hotmail.com

Lorenzo Fogliarini da Rocha
Cirurgião Bucomaxilofacial
E-mail: lorenzoctbmf@gmail.com

Pablo Gomes
Residente em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial- SOBRESP
E-mail: drpablogomes@gmail.com

Alexandre Weber
Cirurgião Bucomaxilofacial
E-mail: alexandreweber@outlook.com

RESUMO: As infecções da região bucomaxilo facial podem ser de origem odontogênica, sendo essas a maioria, ou não odontogênicas. Devido sua maior prevalência e severidade, será abordado uma análise sobre as infecções de origem dentária. O presente trabalho é uma revisão bibliográfica, realizada baseando-se nos principais livros de cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial, provenientes deacervo pessoal. Na pesquisa, observou-se que o manejo adequado do paciente com infecções odontogênicas, baseado no tratamento cirúrgico precoce e manutenção das vias aéreas, gera excelentes resultados, fazendo com que o índice de mortalidade dessas infecções seja baixo, caso os passos detratamento sejam feitos corretamente. As infecções odontogênica seram tido no passado como grandes ameaças a vida dos pacientes, gerando altos índices de mortalidade, os quaiso corriam principalmente com a obstrução das vias aéreas. Hoje em dia, com exames de imagem adequados, terapia antibiótica sofisticada e tratamento precoce, os índices de mortalidade são baixos.

PALAVRAS-CHAVE: Celulite; Anginade ludwig; Parenteral.

ABSTRACT: Infections of the maxillofacial region can be of odontogenic origin, the majority of which are, ornon-odontogenic. Due to its greater prevalence and severity, an analysis of infections of dentalorigin will be addressed. The present work is a bibliographic review, based on the main books on maxillofacial surgery and traumatology, from apersonal collection. Intheresearch, it was observed that the proper

management of the patient with odontogenic infections, based on early surgicaltreatment and maintenance of the airways, generates excellent results, making the mortality rate ofthese infections low, if the treatment steps are done correctly. Odontogenic infections were seen inthe past as major threats to patients' lives, generating high mortality rates, which occurred mainly with airway obstruction. Today, with adequate imaging tests, sophisticated antibiotic therapy and early treatment, mortalityrates arelow.

KEYWORDS: Cellulite; Ludwig'sangina; Parenteral.

1. INTRODUÇÃO

As infecções da região bucomaxilofacial podem ser de origem odontogênica, sendo essas amaioria, ou nãoodontogênicas. Devido sua maior prevalência e severidade, será abordado umaanálise sobre as infecções de origem dentária. Desenvolvimento. No início do século XX, as infecções odontogênicas severas, como a Angina de Ludwig que é descrita como uma celulite dosespaços perimandibulares primários, tinham alto índice de mortalidade (MILORO, 2013). Emmeados dos anos 40, uma abordagem cirúrgica sistematizada, mesmo sem o uso de antibióticos,gerou uma queda na taxa de mortalidade por essas infecções. Desde aquela época, inúmerosantibióticos foram desenvolvidos, auxiliando o clínico e o cirurgião bucomaxilo facial no tratamento dos pacientes. Porém, mesmo após o uso disseminado de antibióticos, opilar principal do tratamento das infecções da região bucomaxilofacial ainda consiste na cirurgia precoce e agressiva, a qual, serealizada nos estados de celulite da infecção, aborda a sua disseminação (BAGHERI, 2013). Omaior motivo de morte em infecções odontogênicas é a obstrução das vias aéreas. Baseado nisso, foram desenvolvidos oito passos no tratamento das infecções, os quais consistem em: Determinara gravidade da infecção; avaliar as defesas do hospedeiro; decidir os cuidados; tratar cirurgicamente; Oferecer Suporte clínico; prescrever a terapia antibiótica; administrar os antibióticos corretamente; Reavaliar. Nos primeiros minutos, deve ser possível realizar os 3 primeiros passos, decidindo sobre o tratamento do paciente. As infecções odontogênicas são compostas, principalmente, por: Cocos Aeróbios Gram positivos, Cocos Anaeróbios Gram positivos, Bacilos Anaeróbios Gram Negativos (HUPP, 2009). Conhecendo a origem dos microorganismos, podemos compreender o curso clínicoda doença, bem como a terapêutica medicamentosa mais apropriada. Hoje em dia, os exames deimagem também nos proporcionam a oportunidade de visualizar com maior clareza os espaços acometidos pelas infecções, bem como o provável curso de disseminação das mesmas. O exame padrão ouro para a avaliação das infecções de cabeça e pescoço consiste naTomografia Computadorizada com Contraste. É fundamental que o profissional realize uma abordagem agressiva para a manutenção da via aérea, onde, sinais como disfagia e dispneia e queda da saturação devem ser considerados para a realização de uma traqueostomia precoce. Devemos atentar também para o suporte clinico dado ao paciente, o qual é composto de hidratação, controle da

temperatura e nutrição. Deve-se realizar esforço para manter a temperatura do paciente abaixo de 39,4C°. Deveser administrado antibióticos para todas as infecções com risco potencial de vida ao paciente. O antibiótico de primeira escolha é a penicilina. Um critério muito utilizado é, caso o antibiótico parenteral não de rresultado em até 48 horas, ou oenteralem 72 horas, o mesmo deve ser substituído por outro, provavelmente de maior espectro. Vale ressaltar que, sempre que possível, devemos realizar o teste de cultura e sensibilidade dos sítios infecciosos.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica, realizada baseando-se nos principais livrosdecirurgia etraumatologia bucomaxilo facial, provenientesde acervopessoal.

3. RESULTADOS

Na pesquisa, observou-se que o manejo a de quado do paciente com infecções odontogênicas, baseado no tratamento cirúrgico precoce e manutenção das vias aéreas, gera excelentes resultados,fazendo com que o índice de mortalidade dessas infecções seja baixo, caso os passos de tratamento sejam feitos corretamente.

4. CONCLUSÃO

As infecções odontogênicas eram tido no passado como grandes ameaças avidados pacientes, gerando altos índices de mortalidade, os quais ocorriam principalmente com a obstrução das vias aéreas. Hoje em dia, com exames de imagem adequados, terapia antibiótica sofisticada e tratamento precoce, os índices de mortalidade são baixos. Mesmo com os avanços das ciências da saúde, o tratamento das infecções odontogênicas tem como base a cirurgia precoce, daíaimportânciade, sempre que possível, esses pacientes serem tratados por cirurgiões bucomaxilo faciais, os quais têm amplo conhecimento da anatomia da cabeça e pescoço, bem como do curso das infecções que acometem essa região.

REFERÊNCIAS

MILORO, Michael; GHALI, G.E.; LARSEN, Peter E.; WAITE, Peter D. Princípios de CIRURGIA BUCOMAXILO FACIAL DEPETERSON. Rio de Janeiro: EDITORA GUANABARA KOOGAN LTDA., 2013. HUPP, James R.; ELLISIII, Edward; TUCKER, Myron R. Cirurgia oralemaxilo facial contemporânea. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. BAGHERI, Shahrokh C.; BELL,R.Brian; KHAN, Husain Ali Terapias atuais em cirurgia bucomaxilofacial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CAPÍTULO 14

NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF QUINOA FROM BRAZILIAN VARIETY BRS PIABIRUCARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DA QUINOA DA VARIEDADE BRASILEIRA BRS PIABIRU

Antonio Manoel Maradini Filho
Doctor of Food Science and Technology
Professor, Department of Food Engineering / Federal University of Espírito Santo
Endereço: Alto Universitário s/n, Campus Universitário, Guararema, Alegre/ES, Brazil
E-mail: antonio.maradini@ufes.br

João Tomaz Da Silva Borges
Doctor of Food Science and Technology
Professor, Department of Nutrition and Dietetics / Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais, Campus of São João Evangelista
Endereço: Av. Primeiro de Junho, 1043, Centro, São João Evangelista-MG, Brazil

Helena Maria Pinheiro Sant'ana
Doctor in Food Science
Professor, Department of Nutrition and Health / Federal University of Viçosa
Endereço: Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, Brazil

José Benício Paes Chaves
Doctor in Food Science
Professor, Department of Food Technology / Federal University of Viçosa
Endereço: Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, Brazil

Eber Antonio Alves Medeiros
Doctor of Plant Physiology
Manager of the Packaging Laboratory, Department of Food Technology / Federal University of Viçosa
Endereço: Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, Brazil

Monica Ribeiro Pirozi
Doctor in Grain Science and Industry
Professor, Department of Food Technology / Federal University of Viçosa
Endereço: Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, Brazil

ABSTRACT: Quinoa stands out for its high resistance to adverse weather and soil conditions and, above all, for its high nutritional value. It surpasses most cereals in the amount of proteins, fats, fibers, vitamins and minerals, presenting a greater balance in the distribution of essential amino acids. In addition to containing high nutritional quality, quinoa is also characterized by being gluten-free, enabling a greatervariety and offer of more nutritious food products suitable for people with celiac disease. Despite all these characteristics, the use and knowledge about quinoa is still little in Brazil due to the high cost ofimported grain and the lack of knowledge of its benefits by the majority of the Brazilian population, with its industrialization and commercialization still very limited. The aim of this work was to evaluatenutritional quality through analysis of

vitamins and carotenoids of the quinoa of the BRS Piabiru variety, developed and adapted to the conditions of the Brazilian savanna (Cerrado). Wholemeal quinoaflour showed high concentrations of carotenoids and vitamins, especially niacin and tocopherols, showing their potential nutritional value, especially when compared to the flours of other cereals commonly used in human consumption.

KEYWORDS: Chenopodium quinoa Willd; Pseudocereal; Vitamins; Nutritional value; Gluten free.

RESUMO: O Quinoa se destaca por sua alta resistência a condições climáticas e do solo adversas e, sobretudo, porseu alto valor nutricional. Ela supera a maioria dos cereais na quantidade de proteínas, gorduras, fibras, vitaminas e minerais, apresentando um maior equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais. Além de conter alta qualidade nutricional, a quinoa também se caracteriza por ser livre de glúten, permitindo uma maior variedade e oferta de produtos alimentares mais nutritivos e adequados para pessoas com doença celíaca. Apesar de todas estas características, o uso e o conhecimento sobre a quinoa ainda é pouco no Brasil devido ao alto custo dos grãos importados e ao desconhecimento de seus benefícios pela maioria da população brasileira, com sua industrialização e comercialização ainda muito limitada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade nutricional através da análise das vitaminas e carotenóides da quinoa da variedade BRS Piabiru, desenvolvida e adaptada às condições da savana brasileira (Cerrado). A farinha integral de quinoa mostrou altas concentrações de carotenóides e vitaminas, especialmente niacina e tocoferóis, mostrando seu valor nutricional potencial, especialmente quando comparada às farinhas de outros cereais comumente utilizados no consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Chenopodium quinoa Willd; Pseudocereais; Vitaminas; Valor nutricional; Sem glúten.

1. INTRODUCTION

Quinoa is originated from the Andes Mountains, cultivated millions of years ago by the local population and was rediscovered by the scientific community, due to its high nutritional value as a food. It is considered a “pseudocereal”, being its structure and way of use similar to cereals, and its grain can be ground and transformed into flour (BORGES *et al.*, 2013; DAKHILI *et al.*, 2019).

Its composition in essential amino acids is superior to most cereals and comparable to milk casein, in addition to the absence of gluten-forming proteins, which makes its use interesting for peoplewith celiac disease. It presents relevant amounts of vitamins such as thiamine, riboflavin, niacin, pyridoxine and vitamin E, as well as minerals such as calcium, phosphorus, potassium, magnesium, iron and zinc (STIKIC *et al.,* 2012; TURKUT *et al.*, 2016; VILCACUNDO; HERNÁNDEZ-LEDESMA, 2017).

In Brazil, its consumption is still quite limited due to the high cost of imported grain, and the lack of information presented by the majority of the population. Making quinoa popularly known to the Brazilian population will require extensive disclosure of information about its nutritional value and appropriate social marketing campaigns. Therefore, studies are needed to increasingly investigate the technological feasibility of growing quinoa in Brazil and also the nutritional and functional characteristics of new varieties. The aim of this work was to evaluate the nutritional characteristics of BRS Piabiru quinoa, the first variety of quinoa developed and adapted to Brazilian conditions by EMBRAPA Cerrados.

2. MATERIAL AND METHODS

The present research was carried out at the Vitamin Analysis Laboratory of the Department of Nutrition and Health of the Federal University of Viçosa (UFV). Samples were also sent to the ITAL Food Science and Quality Center (Campinas, SP), to determine thiamine, riboflavin and niacin. Quinoagrains (*Chenopodium quinoa* Willd.) of the variety BRS Piabiru vintage 2013, Lot BSB-004/13, supplied by EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF, were used.

The occurrence and levels of carotenoids and the eight homologues of vitamin E were determined by HPLC using a Shimadzu chromatograph (model SCL-10AT VP,

Japan), according to procedures by Maradini Filho (2014). Thiamine, riboflavin and niacin were carried out according to the methodologies MA-CQ.036 and MA-CQ.037 of ITAL (Campinas, SP), based on methods 942-23 and 970-65 of AOAC (1998).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the concentration of vitamins and carotenoids in the whole quinoa flour of the BRS Piabiru variety used in this work.

Table 1 – Concentration of vitamins and carotenoids from the whole quinoa flour of the BRS Piabiru variety (mean ±standard deviation).

Componentes		*(wb)	**(db)
Vitamins	Thiamine (mg 100 g^{-1})	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,02
	Riboflavin (mg 100 g^{-1})	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01
	Niacin (mg 100 g^{-1})	11,06 ± 0,16	12,35 ± 0,18
	α-tocopherol (mg 100 g^{-1})	1,25 ± 0,06	1,39 ± 0,07
	β-tocopherol (µg 100 g^{-1})	56,66 ± 6,13	63,27 ± 6,85
	γ-tocopherol (µg 100 g^{-1})	47,63 ± 0,09	53,19 ± 0,10
	γ-tocotrienol (µg 100 g^{-1})	9,64 ± 0,19	10,76 ± 0,21
	Total vitamin E (mg 100 g^{-1})	1,36 ± 0,05	1,52 ± 0,06
Carotenoids	β-carotene (µg 100 g^{-1})	38,36 ± 5,45	42,84 ± 4,97
	Lutein (µg 100 g^{-1})	54,56 ± 2,84	60,92 ± 3,17
	Zeaxanthin (µg 100 g^{-1})	15,46 ± 0,83	17,26 ± 0,93
	Sum of carotenoids	108,38 ± 6,90	121,02 ± 7,70

*wb: wet base; and **db: dry base.

The levels of B vitamins observed in the BRS Piabiru quinoa variety differed from the values reported by Ruales and Nair (1993), USDA (2015) and by the Miranda et al. (2011). The concentrationsof thiamine and, mainly, riboflavin were much lower than the values reported by these authors. Nevertheless, the levels of niacin found were practically eight times higher when compared to the values observed by the authors mentioned.

Palombini *et al.* (2013), evaluating the tocopherol content in quinoa grains of the BRS Piabiru variety, obtained values of 1.16 mg 100 g^{-1} of α-tocopherol and 1.08 mg 100 g^{-1} for the sum of β and γ-tocopherols. The content of α-tocopherol observed by the authors was slightly lower than that obtained in this study for the same variety of quinoa grains, however the content of the sum of β and γ-tocopherols was well above that the one obtained in this research.

The levels of β-carotene in quinoa grains observed in this research were higher

than those reported by the USDA (2015), while the amounts of lutein + zeaxanthin were lower than those reportedby the American Agency.

There was a great variation in the concentrations of the main vitamins present in the quinoa grains obtained not only in this work but also by several authors. This variation can be attributed to differences in the methodologies used, as well as genetic, climatic and cultural factors.

4. CONCLUSION

The whole quinoa flour exhibited expressive values of niacin, total vitamin E and carotenoids, showing its nutritional value. These results allow to infer about the nutritional superiority of this grainin relation to other cereals flours.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the National Council for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq), the Minas Gerais State Research Support Foundation (FAPEMIG) and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for granting financial supports.

REFERENCES

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Gaithersburg, USA, 1998.

BORGES, J. T. S.; VIDIGAL, J. G.; SOUSA e SILVA, N. A.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 305-319, 2013.

DAKHILI, S.; ABDOLALIZADEH, L.; HOSSEINI, S. M.; SHOJAEE-ALIABADI, S.; MIRMOGHTADAIE, L. Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. Food Chemistry, **v. 299, Art. 125161, 2019.**

MARADINI FILHO, A.M. **Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru.** Orientadora: Mônica Ribeiro Pirozi. 2014. 202 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

MIRANDA, M.; VEGA-GALVEZ, A.; URIBE, E.; LÓPEZ, J.; MARTINÉZ, E.; RODRÍGUEZ, M. J.; QUISPE, I.; SCALA, K. Physico-chemical analysis, antioxidant capacity and vitamins of six ecotypes of chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1439-1446,2011.

PALOMBINI, S. V.; CLAUS, T.; MARUYAMA, S. A.; GOHARA, A. K.; SOUZA, A. H. P.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; GOMES, S. T. M.; MATSUSHITA, M. Evaluation of nutritionalcompounds in new amaranth and quinoa cultivars. **Food Sci. Technol.**, v.33, n.2, p.339-344, 2013.

RUALES, J.; NAIR, B.M. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Food Chemistry**, v. 48, n .2, p. 131-136, 1993.

STIKIC, R.; GLAMOCLIJA, D.; DEMIN, M.; VUCELIC-RADOVIC, B.; JOVANOVIC, Z.; MILOJKOVIC-OPSENICA, D.; JACOBSEN, S.-E.; MILOVANOVIC, M. Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. **Journal of Cereal Science**, v. 55, n. 2, p. 132-138, 2012.

TURKUT, G. M.; CAKMAK, H.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S. Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. Journal of Cereal Science, v. 69, p. 174-181, 2016.

USDA. United States Department of Agriculture. **Composition of Foods Raw, Processed, PreparedUSDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27**. Jun. 2015. Available in: <https://data.nal.usda.gov/dataset/composition-foods-raw-processed-prepared-usda-national-nutrient-database-standard-reference-release-27>. Access in: 28 Aug. 2020.

VILCACUNDO, R.; HERNÁNDEZ-LEDESMA, B. Nutritional and biological value of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). **Currente opinion in Food Science**, v. 14, p. 1-6, 2017.

CAPÍTULO 15

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO ARATICUM (*ANNONA NEOSALICIFOLIA* H. RAINER) UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS E SUBSTRATOS

Rodrigo Santtanna Silveira
Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS. Mestrando em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.
Endereço: Instituto de Biociências, Campus Vale, Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43433, s214,Porto Alegre/RS
E-mail: rodrigo_santtannaa@yahoo.com.br

RESUMO: Os Araticuns são árvores frutíferas pertencentes à família Annonaceae, que apresentam dificuldade na germinação de sementes, no enraizamento por estaquia e incompatibilidade com porta enxerto. Este trabalho objetivou em determinar o comprimento de estaca e o tipo de substrato mais adequadospara a propagação vegetativa do Araticum. Foram testados dois comprimentos de estacas (15 e 30 cm) e três substratos (casca de arroz carbonizada, areia grossa e substrato comercial Plantmax®). O experimento foi conduzido por esquema fatorial 2x3, no deniliamento em blocos casualizados, com quatro repetições de cinco estacas por parcela, totalizando 120 estacas. Após 60 dias da data de plantiodas estacas os caracteres avaliados foram: porcentagem de estacas vivas , enraizadas, brotadas e o número de raízes por estaca. Os Resultados obtidos demosntram que o araticum apresenta baixo potencial para propagação vegetativa via estaquia, sendo observada sobrevivência inferior a 5 %, independende dos tratamentos utilizados. O comprimento das estacas e os tipos de substrato não influenciaram as respostas de enraizamento, sobrevivência ou brotação das estacas.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona neosalicifolia;* Propagação Vegetativa; Estaca.

ABSTRACT: Araticuns are fruit trees belonging to the Annonaceae family, which have difficulty in seed germination, rooting by cuttings and incompatibility with rootstock. This work aimed to determine the cut length and the most suitable type of substrate for the vegetative propagation of the Araticum.Two lengths of cuttings (15 and 30 cm) and three substrates (carbonized rice husk, coarse sand and commercial Plantmax® substrate) were tested. The experiment was carried out using a 2x3 factorialscheme, in randomized block deniliation, with four replications of five cuttings per plot, totaling 120 cuttings. After 60 days from the planting date of the cuttings the evaluated characters were: percentageof live cuttings, rooted, sprouted and the number of roots per cut. The results obtained show that the araticum has low potential for vegetative propagation via cuttings, with survival below 5 %, regardlessof the treatments used. The length of the cuttings and the types of substrate did not influence the responses of rooting, survival or sprouting of the cuttings.

KEYWORDS: Annona neosalicifolia; Vegetative Propagation; Stake.

1. INTRODUÇÃO

A *Annona neosalicifolia* é uma espécie arbórea nativa, conhecida como Araticum ou Araticumcortiça, com distribuição geográfica no Rio Grande do Sul, na floresta do Alto Uruguai e nas florestas das bacias Jacuí-Ibicuí e do Camaquã (SOBRAL *et al.,* 2006). A espécie pertence à família Annonaceae, possui importância econômica, ecológica e ornamental. Nesta família, diversas espéciessão promissoras para, fins comerciais, sobretudo pelo potencial frutífero. As anonáceas destacam-seentre outras árvores frutíferas, pelo sabor agradável de seus frutos, fato que o torna uma das frutas mais apreciadas do mundo (DONADIO *et al.,*1998). A *Annona neosalicifolia* é indicada para recuperação de ecossistemas degradados, particularmente para o reflorestamento de margens de reservatórios de hidrelétricas, por apresentar desenvolvimento rápido, além de produzir frutos atrativos para pássaros e animais (REITZ *et al*., 1983; GLUFKE, 1999). Alem disso, compostos bioativos são encontrados em espécies da família Annonaceae, tais como acetogeninas, alcaloides e flavonoides, ocorrem em diferentes partes da planta, especialmente em sementes, frutos, casca e raiz,podendo estes compostos ser de uso medicinal ou não medicinal (CORDEIRO *et al.,* 2005). Uma característica importante observada nas sementes de Araticum é a presença de dormência, causada, provavelmente, pela imaturidade do embrião e impermeabilidade da casca, o que dificulta as trocas gasosas e entrada de ar, retardando o processo germinativo (PARANHOS *et al*., 1999). Além disso, a germinação é baixa, ao redor de 20 %, e demorada, ocorrendo em até 20 meses (DONADIO *et al*., 2004). A propagação vegetativa é indicada para plantas que não se reproduzem satisfatoriamente porprocessos sexuados, quando a espécie apresenta baixa produção de sementes ou quando estas perdem rapidamente seu poder germinativo, ou ainda, não transmitem por via hereditária determinadas características, como forma da planta, variantes na cor das flores ou aspectos peculiares (KRAMER e KOSLOWSKI, 1960). A estaquia uma das principais técnicas utilizadas para multiplicação de plantas frutíferas, sobretudo por ser economicamente viável para a produção de mudas (SILVA, 2008). Entretanto a viabilidade da propagação comercial por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (NEVES *et al*., 2006). O sucesso da técnica de estaquia depende da facilidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular

formado e do desenvolvimento posterior da planta (OLIVEIRA *et al.,* 2001). Diversos fatores que podem influenciar o enraizamentode estacas, entre os quais se destacam a condição fisiológica da planta-mãe, a juvenilidade e idade da planta matriz, a condição fisiológica das estacas, a presença de cofatores do enraizamento ou inibidores naturais, a época do ano, a concentração ideal de fitohormônios, as condições ambientais durante o enraizamento e o substrato a ser utilizado (HARTMANN *et al*., 2002). A família Annonaceae, normalmente apresenta dificuldade de germinação de sementes, baixo enraizamento porestaquia e incompatibilidade com porta-enxerto. É fato comprovado que estacas da parte aérea de anonáceas são consideradas de difícil enraizamento (CASAS *et al.*,1984; GETTYS *et al*.,1995). Em experimentos com *Annona glabra, Annona montana, Rollinia emarginata* e *Rollinia mucosa*, que se constituem de espécies da família Annonaceae, foi observado enraizamento de 50; 36,5; 6,5 e 1 %, respectivamente (SCALOPPI JUNIOR, 2003). Ao se considerar a importância comercial da A. *Neosalicifolia*, e a falta de informações sobre a propagação vegetativa desta espécie, o objetivo destetrabalho foi avaliar a regeneração de estacas dessa espécie.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido sob telado, com 50% de luminosidade em viveiro de mudas no município de São Gabriel-RS, coordenadas 30º20’51.70’S e 54º17’43.07’O, no período de janeiro a março de 2013, com temperatura média de em torno de 35°C. Foram coletados ramos da parte aérea de árvores matrizes de Araticum, e preparadas estacas, mantendo-se um par de folhas por estaca. Os tratamentos consistiram na combinação de dois tamanhos de estacas (15 e 30 cm) e três substratos (casca arroz carbonizada, areia grossa e substrato comercial Plantmax®). Os substratos foram preparados e colocados em bandejas de polipropileno expandido com 72 células. O experimento foi conduzido por esquema fatorial 2x3, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetiçõesde cinco estacas por parcela, totalizando 120 estacas. Após o plantio das estacas, as bandejas foram mantidas em viveiro de mudas, onde foram efetuadas irrigações diárias. Aos 60 dias após a instalação dos experimentos os caracteres avaliados foram: porcentagem de estacas vivas, enraizadas, brotadase o número de raízes por estaca. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo de Tukey

(p=0,05) utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a porcentagem de estacas vivas, enraizadas e brotadas, e o número de raízes por estaca, não foi verificado efeito significativo do tipo de estaca e da composição do substrato. Para o enraizamento e sobrevivência das estacas, foram observadas médias de 4,5 % respectivamente independente dos tratamentos utilizados (Tabela 1). Nas estacas de 30 cm foi verificada a média de enraizamento de 5,5 %, brotação 3,8 %, e número de raízes por estaca 0,6 %, em estacas de 15 cm a média de enraizamento foi 3,5 %, brotação 1,5 % e número de raízes 0,2 %.

Tabela 1 – Efeito do comprimento da estaca e do tipo de substrato na porcentagem de estacas vivas, enraizadas, brotadase número médio de raízes por estacas.

Tratamentos	Estacas vivas (%)	Enraizamento (%)	Brotação (%)	Número de raízes
Comprimento das estacas (cm)				
15	3,50 a	3,50 a	1,49 a	0,24 a
30	5,50 a	5,50 a	3,81 a	0,59 a
DMS	5,51	5,51	2,00	0,39
Substrato				
Plantmax®	4,30 a	4,30 a	3,10 a	0,46 a
Areia	3,60 a	3,60 a	2,13a	0,35 a
Casca de Arroz	5,80 a	5,80 a	2,72 a	0,43 a
DMS	1,83	1,83	1,10	0,17
CV%	22,20	22,20	18,44	16,62

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A formação de raízes adventícias em estacas pode ser direta e indiretamente controlada por genes, (HAISSIG e REIMENSCHNEIDER 1988). Segundo estes autores, o aspecto genético que influencia o processo de enraizamento de estacas não tem sido investigado. A potencialidade de uma estaca em formar raízes é variável com a espécie e cultivar, podendo ser feita uma classificação entre espécies ou cultivares de fácil, médio ou difícil capacidade de enraizamento, ainda que a facilidade de enraizamento seja resultante da interação de diversos fatores e não apenas do potencial genético, (FACHINELLO *et al.,* 1995). È fato comprovado que estacas da

parte área de anonáceas são consideradas de difícil enraizamento (GETTYS *et al.,* 1995). Assim, os resultados deste estudo concordam com a investigação sobre o enraizamento adventício dessa família.

4. CONCLUSÃO

O experimento demonstrou que a propagação vegetativa via estaquia da espécie *Annona Neosalicifolia* é inviável, em virtude da baixa capacidade de enraizamento dessa espécie.

REFERÊNCIAS

CASAS, M. H.; VICTÓRIA, S. M. A.; ZARATE, R. R. D. Preliminary trials on sexual and assexual propagation of soursop (Annona muricata). Palmira, v. 4, p. 66-81, 1984.

CORDEIRO, M. C. R.; PINTO, A. C.Q.; ANDRADE, S. R. M. Capítulo 7 Uses. In: PINTO, A. C. de Q.; Cordeiro, M. C. R.; Andrade, S. R. M. de FERREIRA, F. R.; FILGUEIRAS, H. A. de C.; ALVES, R. E.; KINPARA, D. I. Annona species. Internacional Centre of Under Utilised Crops,University of Southampton, Southampton, UK, 2005. P. 77-83

DONADIO, L.C.; NACHTIGAL, J.C.; SACRAMENTO, C.K. Frutas Exóticas. Jaboticabal: Funep, 1998. p.214-15.
DONADIO, L. C.; MÔRO, F.V.; SERVIDONE, A.A. Frutas Brasileiras. Joboticabal: Unesp, 2004.248p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2.ed. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 1995.p.41-125.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0.In: REUNIÃOANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GETTYS, L.; DUKE, E.; COX, A. Vegetative propagation of a native pawpaw - Asimina tetramera.In: Annual Meeting Of The Florida State Horticultural Society, 108., 1995, Orlando. Proceedings. Orlando: 1995, p. 389-391.

GLUFKE, C. Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Porto Alegre:Fundação Zoobotânica do Ri Grande do Sul, 1999. 48p.
HAISSIG, B. E.; REIMENSCHNEIDER, E. D. Genetic effects on adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKLHA, N. (Eds.).Adventitious root formation in cuttings. Portland: Discorides, 1988. p. 47-60.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVER, R. L. Plant propagation: principles and practices. 7 ed. Nova Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. Fisiologia das árvores. 1 ed. Lisboa: Fundação CalousteGulbenkian, 1960. 745p.

NEVES, T. S. *et al.* Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variaçõessazonais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n.12, p.1699-1705, 2006.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F.; RIOS, M. N. S.; REZENDE, M. E. Enraizamento de estacas praa produção de mudas de espécies nativas de matas de galeria. Recomendação Técnica, 41. 2001.

PARANHOS, J.T.; BATISTA, J.; ZÁQUIA, R. Quebra de dormência e germinação in vitro de sementes de Rollinia salicifolia Schlecht. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasília, v.11, supl. p. 215-219, 1999.

REITZ, P. R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto do Rio Grande do Sul. Sellowia, Itajaí, v. 34-35, p. 1- 525, 1983.

SCALOPPI JUNIOR, E.J. Clonagem de quatro espécies de Annonaceae (Annona glabra L., Annonamontana Macfad, Rollinia emarginata e Rollinia mucosa Baill.) potenciais como porta-enxertos. 81f.Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Jaboticabal, UNESP/FCAV, 2003.

SILVA, C. P. Enraizamento de estacas de pinheira (Annona squamosa L.), gravioleira (Annona muricata L.) e atemoeira (Annona squamosa L. x Annona cherimola L.) tratadas com ácido indolbutírico (iba), ácido naftalenoacético (naa) e bioestimulante. 2008. 154f. Tese Doutorado (Horticultura). Faculdade de ciências agronômicas. Universidade estadual paulista “júlio de mesquitafilho”. 2008.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R.S. 2006. Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre: RiMa Novo Ambiente. 350p.

CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO DOS BESOUROS DA AMBROSIA(CURCULIONIDAE: SCOLYINAE E PLATYPODINAE) NA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronemamicranthum*).

Raimunda Liége Souza de Abreu
Doutora em Entomologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM
E-mail: raiabreu@inpa.gov.br

Beatriz Ronchi Teles
Doutora em Entomologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM
E-mail: ronchi@inpa.gov.br

Ceci Sales-Campos
Doutora em Biotecnologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM
E-mail: ceci@inpa.gov.br

Bazilio Frasco Vianez+
Doutor em Tecnologia da Madeira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM

RESUMO: Os Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae), que se alimentam de fungos que cultivam na madeira, são importantes do ponto de vista econômico e ecológico, porque brocam tecidos de arvores recentemente cortados ou danificado sem ecossistemas florestais. Em função do exposto, este trabalho foi realizado objetivando analisar as principais espécies de besouros dessas sub famílias, presentes no fuste de 5 arvores da espécie florestal *Scleronemamicranthum* (cardeiro). 180 discos do fuste, sendo36 da base, 36 do meio e 36 do ápice, foram expostos a biodeterioração no solo da floresta durante 24 meses e removidos aleatoriamente a cada 2 meses, para análise da posição da infestação, da abundância e do período de ocorrênciasnas amostras e coleta dos besouros. Os resultados indicam a presença 3.728 curculionídeos, com predominância para Scolytinae (tribo Xyleborini, gnero Xyleborus) totalizando 3.633 indivíduos, representando 73,8 %. As espécies que se destacaram foram: *Xyleborusaffinis*, com1.044 indivíduos (28,74 %), *Xyleborus* sp.1, com 1.034 (28,46 %), *X. ferrugineus*, com595 (16,38 %), *Xyleborus* sp.2, com 576 (15,85 %), *Xyleborus*sp.9, com 94 (2,58%) e *Xyleborus* sp.6 com 87 (2,39 %). Da subfamília Platypodinae, foram registrados dois gêneros e seis morfo-espécies, com destaque para *Tesserocerus*sp.2, com 46 indivíduos (48,42 %). A análise de variância comprovou que não houve diferença significativa entre as espécies coletadas nas três partes dos fustes das cinco árvores de cardeiro. A ocorrência dos besouros nas amostras foi registrada nos oito primeiros meses de exposição das amostras no campo e foi registrada até o vigésimo mês.

1. INTRODUÇÃO

Os besouros das subfamílias Scolytinaie e Platypodinae são divididos em dois grupos: os besouros de casca, que se alimentam dos tecidos do floemada árvore e os besouros da ambrosia (xilomicetófagos), que constroem galerias na madeira para o cultivo dos fungos que lhes servem de alimento (Atkinson & Equihua-Matinez, 1986; Madrigal-Cardeño, 2003; Rojas & Gallardo, 2004; Hulcr *et al.* 2007; 2015; Kirkendall *et al.* 2015).

Da subfamília Scolytinaeexistem atualmente no mundo,247 gêneros e 5.990 espécies. (Hulcr *et al.* 2015, Kirkendall *et al.* 2015). 80 % do total das espécies habitamas regiões tropicais e 40 % especificamente, no neotrópico (Hulcr *et al.*, 2015). Na Platypodinae estão descritas aproximadamente 1500 especeis e também são predominantes em regiões tropicais e subtropicais (KIRKENDALL *et al.*, 2015).

Os besouros da ambrosia da qual fazem parte todos os Platypodinae e a maioria dos Scolytinae, principalmente nas regiões tropicais (KIRKENDALL *et al.*, 2015), iniciam o ataque aos tecidos da madeira, geralmente, nas vinte e quatro horas após o abate da árvore. Atacam preferencialmente o alburno que é mais rico em nutrientes, porém há espécies de madeira cujo ataque também ocorre no cerne (WOOD 2007; HULCR *et al.,* 2007; 2015). A resistência apresentada por cada espécie forestal, provavelmente, está relacionada a substâncias que servem como repelentes e à dureza da madeira que influi sem dúvida, sobre a velocidade de penetração e sobre a gravidade global do ataque (GRAY & BORDEN, 1985; MC LEAN, 1985).

Em diversas regiões do planeta, têm sido reportados danos à madeira, causados por algumas espécies de besouros dessas subfamílias, causando prejuízos relevantes (GRAY & BORDEN, 1985; ATKINSON & EQUIHUA-MATINEZ, 1986; SHORE, 1991; BERKOV, 1999; PULGARÍN-DIAZ, 2009; 2012; ARGUEDAS *et al.,* 2004; WOOD, 1992, 2007; MARTÍNEZ *et al.,* 2019). No Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, já foram registradas espécies dos gêneros *Xyleborus, Premnobius* (Scolytinae) e *Platypus*e *Euplatypus* (Platypodinae) infestando tanto torase toretes, oriundas deflorestas plantadas (ZANI FILHO *et al.,* 1984; Marques, 1989; SOUZA *et al.*, 1997; FLECHTMANN *et al.,*1995; 2001; ZANUNCIO *et al.,* 2005), como de nativas (MORAES & BERTI FILHO, 1974; BERTI FILHO, 1979; COSTA *et al.*, 1988; SOUZA *et al.,* 1997; FLECHTMANN & OTTATI, 1996).

Lunz (2001) e Lunz & Carvalho (2002) avaliando a degradação da madeira de seis espécies arbóreas no Rio de Janeiro encontraram 10 gêneros e 22 espécies da

subfamília Scolytinaee uma de Platypodinae. Osgêneros mais frequentes da Scolytinae, foram: *Hypothenemus*, *Xyleborus* e *Ambrosiodmus*. Em estudo semelhante realizado por Trevisan *et al.* (2008), em *Ingamarginata* Willd, dentre os platipodíneos foi encontrada a espécie *Euplatypusparallelus* (Fabricius).

Um dos trabalhos mais abrangentes sobre coleta de insetos em amostras de madeira foi realizado em Mato Grosso por Beaver (1972; 1976) que submeteu, por aproximadamente três meses, amostras de 150 espécies arbóreas à biodeterioração. Ele registrou 110 espécies de Scolytinae e 30 de Platypodinae. Os resultados das coletas indicaram a predominância da tribo Xyleborini e do gênero *Xyleborus* com destaque para as espécies *Xyleborusaffinis* Eicchoffe *Xyleborus ferrugineus* Fabricius. No Mato Grosso do Sul,Zanuncio *et al*., (2002), coletaram *X.affinis*, *E. paralelus* e *Euplatypus* sp. em amostras de *Pinus* sp.

Em coletas realizadas em discos de 16 espécies nativas da Amazônia, expostas a biodeterioração em solo de floresta primária, Abreu & Dietrich (1989) coletaram 24 famílias de besouros, com destaque para as subfamílias Scolytinae e Platypodinae. Abreu (1992) e Abreu & Bandeira (1992), utilizando o mesmo método coletaram, principalmente as espécies *X.affinis* e *P. paralelus*.

Em inspeção realizada em toras de 19 espécies florestais estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Abreu *et al.* (2002), registraram o ataque de *Xyleborus, Platypus* e morfo-espécies da família Cerambycidaee constataram perda de até 60 % no volume de algumas toras, ocasionada por esses insetos.

Embora tenham sido feitos estudos de levantamentos e avaliação do ataque desses insetos em madeiras da Amazônia, as informações ainda são insuficientes, principalmente considerando a importância desses insetos. Por este motivo, foi necessário a realização deste trabalho, visando, desta forma, contribuir com o conhecimento da fauna de besouros que habitam a madeira da espécie florestal amazônica, *Scleronemamicrnthum* (Ducke) Ducke e suas inter-relações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental ZF-2, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, localizada no km 50 da BR 174 (Manaus-Boa Vista) (2º 35’45”; S 60º 12' 40'' W). Para a realização do experimento foram utilizadas 5 árvores da espécie florestal *S.micranthum*, vulgarmente conhecida como

cardeiro, que é utilizada na indústria madeireira na confecção de móveis, obras gerais de carpintaria, marcenaria, divisórias, construções leves, acabamentos, compensados, faqueados decorativos e outros (INPA/CPPF, 1991).

Dessas árvores foram cortadas 180 amostras (discos) de 30 cm de comprimento, ao longo do fuste, sendo 36 da base, 36 do meio e 36 do ápice (Figura 1). Após etiquetadas, as amostras foram plotadas aleatoriamente, na própria área do corte, para serem submetidas a biodeterioração durante vinte e quatro meses. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, havendo três níveis de fuste (base, meio eápice) e com 12 coletas ao longo de vinte e quatro meses. Durante o período do experimento, a cada dois meses, 15 discos foram removidos da floresta para o laboratório de Entomologia da Madeira da COTEI, de onde foram efetuadas coletas dos insetos besouros e avaliação das características da infestação.

No laboratório, cada disco foi secionado em quatro subamostras e destas foram retiradas amostras para as análises e desdobramento em pedaços menores ainda, para coleta dos insetos. Os insetos coletados foram conservados em álcool 70 % e/ou alfinetados, com etiqueta de procedência para posterior identificação. A identificação dos besouros foi feita por meio de comparação morfológica, com base nos exemplares da Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e da coleção de Insetos da UNESP. Foram utilizadas, também, as seguintes chaves de identificação taxonômica: Wood (1982; 1993; 2007) Wood *et al.* (1991a; 1991b; 1992); Pedrosa-Macedo & Schonherr (1985).

Foi aplicado o cálculo da abundância e constância, seguido de testes estatísticos. A abundância foi calculada de acordo com Silveira Neto et al. (1976) e foram considerados separadamente, ostotais das subfamílias Scolytinae e Platypodinae, que foram predominantes nas coletas e os totais de indivíduos das espécies em cada uma das partes do fuste por árvore. Para a constância foram consideradas as espécies das sub famílias presentes nas coletas bimensais. Foram classificadas de acordo com Bodenheimer (1955) em: Constantes (W): presente em mais de 50 % das coletas; Acessórias (Y): presentes em 25 a 50 % das coletas; Acidentais (Z): presentes em menos de 25 % das coletas.

Para as análises estatísticas, como nas coletas bimensais houve muitos zeros, foram considerados os totais das coletas bimensais de cada espécie presente ao longo do fuste. Foi aplicado o teste de normalidade e como os dados não apresentavam uma distribuição normal, foi necessário transformá-los através da

equação $\sqrt{x + 0{,}5}$. Foi feita a ANOVA, mediante o Programa Estatístico Bio Estat 5,3, para verificar se houve diferenças significativas entre as espécies das subfamílias coletadas nas posições base, meio e ápice (tratamento) dos fustes das 5 árvores (repetição). Este mesmo procedimento foi feito para as quatro espécies mais representativas na coleta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

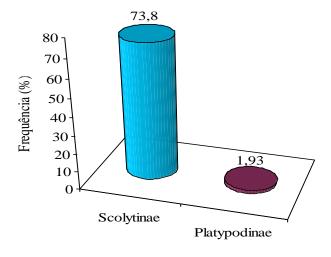
Um total de 3.728curculionídeos foi coletado nas amostras das cinco árvores de cardeiro (Tabela 1). Observa-se que, das duas subfamílias, a predominância foi para Scolytinae, totalizando 3.633 indivíduos, representando 73,8 % (Figura 1). Todas as espécies desta subfamília pertencem ao gênero *Xyleborus*, tribo Xyleborini, com 16 espécies. As espécies que se destacaram foram: *X.affinis*, com1.044 indivíduos (28,74 %), *Xyleborus* sp.1, com 1.034 (28,46%), *X.ferrugineus*, com 595 (16,38 %), *Xyleborus* sp.2, com 576 (15,85 %), *Xyleborus*sp.9, com 94 (2,58 %) e *Xyleborus* sp.6 com 87 (2,39 %). Da subfamília Platypodinae, foram registrados dois gêneros e seis espécies, com destaque para *Tesserocerus*sp.2, com 46 indivíduos (48,42 %).

Tabela 1 – Total de besouros das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) coletados em amostras do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas.

Curculionidae							
Subfamília Scolytinae	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq.(%)
Xyleborusaffinis	69	594	158	32	191	1044	28,74
*Xyleborus*sp.1	50	101	561	112	210	1034	28,46
Xyleborusferrugineus	132	130	243	61	29	595	16,38
Xyleborus sp.2	63	72	377	30	34	576	15,85
*Xyleborus*sp.9	3	12	51	22	6	94	2,587
*Xyleborus*sp.6	14	59	7	5	2	87	2,395
*Xyleborus*sp.5	1	3	35	0	11	50	1,376
Xyleborus sp.3	11	5	7	12	2	37	1,018
Xyleborusvolvulus	3	13	9	0	1	26	0,716
Xyleborusspathipennis	1	17	3	2	1	24	0,661
*Xyleborus*sp.4	1	1	1	10	4	17	0,468
Xyleborusebenus	5	1	4	2	1	13	0,358
Xyleborus sp.10	4	6	2	0	1	13	0,358
Xyleborusposticus	3	1	1	3	1	9	0,248

Xyleborus sp.7	0	0	0	7	0	7	0,193
*Xyleborus*sp.8	1	3	1	1	1	7	0,193
Sub-total	361	1018	1460	299	495	3633	
Subfamília Platypodinae							
*Tesserocerus*sp.2	2	12	15	9	8	46	48,42
*Platypus*sp.2	1	16	2	1	0	20	21,05
*Tesserosorus*sp.1	1	1	8	1	1	12	12,63
*Euplatypus*sp.1	1	3	2	2	0	8	8,421
*Euplatypus*sp.3	1	3	1	3	0	8	8,421
*Euplatypus*sp.4	0	0	0	0	1	1	1,053
Sub-total	6	35	28	16	10	95	
TOTAL GERAL	367	1053	1488	315	505	3728	

Fonte: Os Autores.

Figura 1 - Abundância de insetos das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) coletados em cinco árvores de *S. micranthum*, na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas.

Fonte: Os Autores.

No que diz respeito à posição/altura dos fustes estudados (base, meio e ápice), todas foram infestadas por coleópteros e a grande maioria das espécies foi comum em todas as alturas, mas não foram encontradas em todas as árvores (Tabela 2). Os besouros comuns em todas as alturas do fuste e em todas as árvores foram: *X.affinis*, *X. ferrugineus*, *Xyleborus* sp.1, *Xyleborus*sp.2, *Xyleborus* sp.6. Observa-se que nas posições base e meio foram registrados mais besouros, com 1.523 e 1.439 indivíduos, respectivamente. Duas espécies coletadas na posição base das árvores 2 e 3 foram encontradas em maior número: *X.affinis* e *Xyleborus* sp.1, com 548 e 266 indivíduos, respectivamente. No meio, destacaram-se *Xyleborus*sp.2 (371 ind.), *Xyleborus* sp.1 (234 ind.) e *X. ferrugineus* (181 ind.), coletadas na árvore 3. No ápice, as espécies

mais representativas foram *X. affinis* (96 ind.) e *Xyleborus* sp.1 (89 ind.), coletadas na árvore 5, seguida de *X. ferrugineus* (80 ind.), coletada na árvore 1.

Não obstante a superioridade numérica de algumas espécies, a análise de variância com os totais de todas as espécies e das quatro mais abundantes comprovaram que não houve diferença significativa a 95% de probabilidade, entre as espécies coletadas nas três partes dos fustes das cinco árvores de cardeiro conforme mostrados nos Quadros 1 a 5.

Tabela 2 - Abundância de besouros coletados bimensalmente nas posições do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas

BASE	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq (%)
Xyleborusaffinis	23	548	96	3	9	679	44,58
Xyleborus sp.1	15	41	266	49	10	381	25,02
Xyleborusferrugineus	31	87	19	13	14	164	10,77
*Xyleborus*sp.2	43	38	3	3	23	110	7,22
*Xyleborus*sp.6	10	52	3	1	2	68	4,46
Xyleborusspathipennis	0	15	2	1	0	18	1,18
Xyleborus sp.3	6	0	2	9	0	17	1,12
*Euplatypus*sp.2	0	15	0	0	0	15	0,98
*Xyleborus*sp.9	1	3	0	9	1	14	0,92
*Xyleborus*sp.4	0	0	0	7	4	11	0,72
*Xyleborus*sp.5	0	3	0	0	8	11	0,72
*Tesserocerus*sp.2	0	0	0	0	7	7	0,46
*Euplatypus*sp.3	1	2	0	3	0	6	0,39
Xyleborusebenus	0	1	3	1	1	6	0,39
*Tesserossorus*sp.1	0	1	3	0	1	5	0,33
*Xyleborus*sp.10	0	1	1	0	1	3	0,20
*Euplatypus*sp.1	1	1	1	0	0	3	0,20
*Xyleborus*sp.8	1	1	0	0	0	2	0,13
Xyleborusvolvulus	0	0	1	0	1	2	0,13
Xyleborusposticus	1	0	0	0	0	1	0,07
Total	133	809	400	99	82	1523	

Tabela 2 (Cont)

MEIO							
Xyleborus sp.1	20	25	234	15	111	405	28,14
*Xyleborus*sp.2	4	16	371	10	0	401	27,87
Xyleborusferrugineus	21	20	181	25	9	256	17,79
Xyleborusaffinis	12	34	31	6	86	169	11,74
Xyleborus sp.9	2	0	51	2	2	57	3,96
Tesserocerus.sp.2	0	12	15	8	1	36	2,50
Xyleborus sp.5	1	0	30	0	0	31	2,15
Xyleborusvolvulus	1	9	8	0	0	18	1,25
Xyleborus sp.3	5	1	5	3	2	16	1,11
Xyleborus sp.6	3	6	3	3	0	15	1,04
Xyleborusposticus	2	1	1	3	1	8	0,56
Tesserossorus sp.1	0	0	5	1	0	6	0,42
Xyleborus sp.10	4	0	0	0	0	4	0,28
*Euplatypus*sp.1	0	0	1	2	0	3	0,21
*Euplatypus*sp.2	1	0	1	1	0	3	0,21
Xyleborus sp.8	0	0	1	1	1	3	0,21
Xyleborusspathipennis	1	0	0	0	1	2	0,14
Xyleborus sp.4	0	1	1	0	0	2	0,14
*Euplatypus*sp.3	0	1	1	0	0	2	0,14
Xyleborusebenus	1	0	0	0	0	1	0,07
*Euplatypus*sp.4	0	0	0	0	1	1	0,07
Total	78	126	940	80	215	1439	

Tabela 2 (Cont)

ÁPICE							
Xyleborus sp.1	15	35	61	48	89	248	32,38
Xyleborusaffinis	34	12	31	23	96	196	25,59
Xyleborusferrugineus	80	23	43	23	6	175	22,85
*Xyleborus*sp.2	16	18	3	17	11	65	8,49
Xyleborus sp.9	0	9	0	11	3	23	3,00
Xyleborus sp.5	0	0	5	0	3	8	1,04
Xyleborus sp.7	0	0	0	7	0	7	0,91
Xyleborusebenus	4	0	1	1	0	6	0,78
Xyleborus sp.10	0	5	1	0	0	6	0,78
Xyleborusvolvulus	2	4	0	0	0	6	0,78
Xyleborusspathipennis	0	2	1	1	0	4	0,52
Xyleborus sp.3	0	4	0	0	0	4	0,52
Xyleborus sp.4	1	0	0	3	0	4	0,52
Xyleborus sp.6	1	1	1	1	0	4	0,52
Tesserossorus sp.2	2	0	0	1	0	3	0,39
*Euplatypus*sp.2	0	1	1	0	0	2	0,26
*Euplatypus*sp.1	0	2	0	0	0	2	0,26
Xyleborus sp.8	0	2	0	0	0	2	0,26
Tesserossorus sp.1	1	0	0	0	0	1	0,13
Total	156	118	148	136	208	766	

Quadro 1 – Análise de Variância para todas as espécies de besouros considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr> F
Tratamento	2	0.81450564	0.40725282	0.64	0.5447
Resíduo	12	7.64415176	0.63701265		
Total	14	8.45865739			

Quadro 2 – Análise de Variância para *Xyleborusaffinis* considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr> F
Tratamento	2	0.315464	0.157732	0.082	0.9218
Resíduo	12	23.082999	1.923583		
Total	14	23.398463			

Quadro 3 – Análise de Variância para *Xyleborusferrugineus* considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr> F
Tratamento	2	0.039613	0.019807	0.021	0.9789
Resíduo	12	11.115212	0.926268		
Total	14	11.154825			

Quadro 4 – Análise de Variância para *Xyleborus*sp.1 considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr> F
Tratamento	2	0.079946	0.039973	0.034	0.9666
Resíduo	12	14.059923	1.171660		
Total	14	14.139869			

Quadro 5 – Análise de Variância para *Xyleborus*sp. 2 considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum.*

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr> F
Tratamento	2	14.103746	7.051873	0.331	0.7245
Resíduo	12	255.635818	21.302985		
Total	14	269.739563			

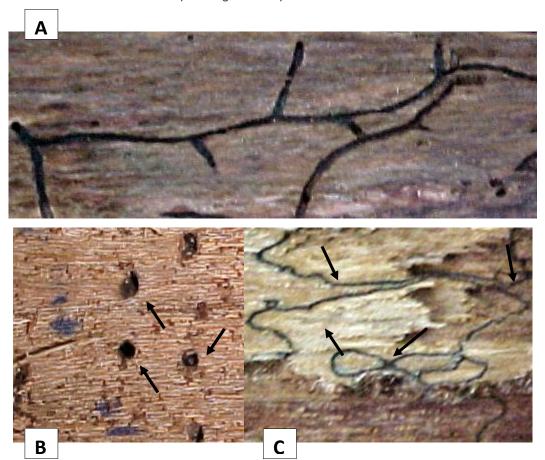
Na análise da constância em cada uma das posições do fuste, observa-se (Tabela 3) que no meio, com maior número de espécies presentes, apenas uma foi constante, 12 acessórias e 7 acidentais; na base e no ápice, com 21 espécies em cada, na primeira posição, 2 constantes, 11 acessórias e 4 acidentais; na segunda, 2 constantes, 9 acessórias e 8 acidentais. As espécies *Xyleborus* sp.1, *Xyleborus*sp.2 e *X. affinis* foram constantes em pelo menos uma das posições.

Tabela 3 - Constância das espécies das famílias Curculionidae coletadas nas posições do fuste das árvores de *S. micranthum,* na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas.

Insetos	BASE	MEIO	ÁPICE
Curculionidae – Scolytinae			
Xyleborus sp.1	W	Y	W
*Xyleborus*sp.2	W	Y	Y
Xyleborusferrugineus	Y	Y	Y
Xyleborus sp.3	Y	Y	Z
Xyleborusaffinis	Y	Y	W
Xyleborus sp.6	Y	Y	Z
Xyleborus sp.9	Y	Y	Y
Xyleborus sp.4	Y	Z	Z
Xyleborusspathipennis	Y	Z	Y
Xyleborus sp.5	Y	Y	Y
Xyleborus sp.10	Y	Y	Y
Xyleborus sp.8	Z	Z	Z
Xyleborusebenus	Z	Z	Y
Xyleborusvolvulus	Z	Y	Y
Xyleborusposticus	Z	Y	-
Xyleborus sp.7	-	-	Z

Curculionidae- Platypodinae			
*Euplatypus*sp.3	Y	Z	-
*Euplatypus*sp.2	Y	Z	Z
*Euplatypus*sp.1	Z	Z	Z
Tesserossorus sp.1	Z	Y	Z
Tesserocerus sp.2	Z	W	Y

No momento da inspeção das amostras, foi observado que o ataque, caracterizado por construção de galerias feitas por larvas das subfamílias Scolytinae e Platypodinae se concentrou na casca e na região subcortical. Os adultos também foram encontrados nestas regiões e no alburno. As galerias dos besouros tanto nas cascas como na madeira não eram muito profundas e a direção acompanhava o sentido tangencial dos discos. O comprimento das galerias variou de 0,5 cm a 5,7 cm, a largura de 0,1 mm a 0,5 mm, o diâmetro de 1mm a 2 mm e a profundidade da casca ao alburno atingiu até 3,3 cm. Nas galerias formadas por estes insetos, não foram encontrados quaisquer resíduos, uma vez que os adultos fazem a limpeza dos mesmos, expelindo-os para fora. No entorno das mesmas, foi observada a presença de manchas ocasionadas por fungos (Figura 5).

Figura 5 – (A) Galerias, (B) orifícios oriundos do ataque de besouros Scolytinae e Platypodinae e (C) manchas ocasionadas por fungos na superfície do alburno de *S. micranthum*.

Foi observado que, dos 180 discos avaliados, 173 apresentaram sinais característicos de ataque por Scolytinae e 51 por Platypodinae, bem como, orifícios de emergência dos adultos nas amostras. Embora tal fato tenha ocorrido, no decorrer do experimento não foram encontrados insetos em todas as amostras infestadas. Isto pode ser justificado pelo fato de que, em muitas dessas amostras remanescentes na floresta, os insetos tiveram tempo suficiente para completar seu ciclo de vida e emergirem busca de novos hospedeiros.

O período de ocorrência dos besouros das subfamílias Scolytinae e Platyodinaenas amostras de cardeiro em cada uma das posições da árvore está representando nas Tabelas 5 a 7. Em geral, as espécies foram encontradas em maior número, nos oito primeiros meses de exposição das amostras no campo. Embora muitas delas tenham sido coletadas além desse período nenhuma foi encontrada nas amostras com mais de 20 meses submetidas à biodeterioração e com números bastante reduzidos e principalmente na posição meio. Nesta posição, as espécies mais longevas foram *Xyleboruposticus* Eichhoff e *Xyleborus* sp.10, coletadas até o

vigésimo mês e Eup*latypus* sp.1, *Tesserocerus* sp.2, *X. affinis* e *Xyleborus* sp.9, coletadas até o décimo oitavo mês.

Tabela 5 - Período de ocorrência das espécies das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) nas amostras da posição base das árvores de *S. micranthum*,na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Curculionidade– Scolytinae												
Xyleborus sp.1	X	X	X	X	X	X	X	X				
*Xyleborus*sp.2	X	X	X	X	X	X		X				
Xyleborusferrugineus	X	X	X	X	X							
Xyleborus sp.9	X	X	X				X					
Xyleborusaffinis	X	X	X	X								
Xyleborus sp.3	X	X	X	X		X						
Xyleborus sp.4	X	X	X	X								
Xyleborus sp.6	X	X	X	X								
Xyleborusebenus	X			X								
Xyleborusspathipennis	X	X	X									
Xyleborus sp.10	X	X	X									
Xyleborus sp.5	X	X	X									
Xyleborus sp.8	X	X										
Xyleborusvolvulus	X		X									
Xyleborusposticus	X											
Curculionidae - Platypodinae												
Euplatypus sp.2	X	X	X	X								
Euplatypus sp.3	X	X	X	X								
Euplatypus sp.1	X	X										
Tesserocerus sp.1	X	X										
Tesserocerus sp.2	X	X										

Tabela 6 - Período de ocorrência das espécies das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) nas amostras da posição meio das árvores de *S. micranthum*, na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Curculionidade– Scolytinae												
Xyleborusposticus	X	X		X		X				X		
Xyleborusvolvulus	X	X	X	X	X		X		X			
Xyleborus sp.1	X	X	X	X					X			
Xyleborus sp.9	X	X	X	X	X				X			
Xyleborus sp.2	X	X	X	X	X			X				
Xyleborus sp.5	X	X	X	X			X					
Xyleborus sp.6	X		X		X		X					
Xyleborusaffinis	X	X	X	X								
Xyleborusferrugineus	X	X	X									
Xyleborus sp.3	X	X		X								
Xyleborus sp.4	X		X									
Xyleborus sp.8	X	X										
Xyleborus sp.10			X				X			X		

Xyleborusebenus				X								
Xyleborusspathipennis				X								
Curculionidae - Platypodinae												
Tesserocerus sp.2	X	X	X	X		X			X			
Tesserocerus sp.1	X	X	X									
Euplatypus sp.2	X					X						
Euplatypus sp.3	X			X								
Euplatypus sp.1	X	X										
Euplatypus sp.4	X											

Tabela 7 - Período de ocorrência das espécies das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) nas amostras da posição ápice das árvores de *S. micranthum*, na Estação Experimental ZFII, Manaus, Amazonas.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Curculionidade– Scolytinae												
Xyleborusaffinis	X	X	X	X		X		X	X			
Xyleborusebenus	X				X			X				
Xyleborus sp.1	X	X	X	X	X	X	X	X				
Xyleborusspathipennis	X			X				X				
Xyleborusvolvulus	X	X				X						
Xyleborus sp.3	X					X						
Xyleborusferrugineus	X	X	X	X	X							
Xyleborus sp.9	X	X	X	X								
Xyleborus sp.10	X	X	X	X								
*Xyleborus*sp.2	X	X	X									
Xyleborus sp.4	X	X										
Xyleborus sp.6	X											
Xyleborus sp.7	X											
Xyleborus sp.8		X						X				
Xyleborus sp.5				X	X	X						
Curculionidade - Platypodinae												
*Tesserocerus*sp.2	X		X			X						
Euplatypus sp.2	X											
Euplatypus sp.1									X			
*Tesserocerus*sp.1					X							

Em relação ao ciclo de vida das espécies (Tabelas 5 a 7), observou-se que os adultos das espécies das subfamílias Scolytinae e Platypodinae foram encontrados desde a primeira coleta, dois meses após a instalação do experimento até o vigésimo mês de exposição das amostras no campo. Embora tais espécies possuam um ciclo de vida curto, de 4 a 8 semanas, enquanto o hospedeiro oferecer condições para o desenvolvimento do fungo que os alimenta, haverá superposição de gerações (MARQUES, 1989, ABREU *et al.*, 2002). Conforme Chandra (1981) e Rojas & Gallardo (2004), a alta umidade é condição básica para o desenvolvimento de besouros xilomicetófagos em madeira. Quando a umidade diminui, os besouros deixam a

madeira em busca de outro substrato, devido à morte dos fungos que lhes servem de alimento.

Os besouros da ambrosia que atacam espécies arbóreas da região neotropical ainda não são considerados pragas florestais, embora sua presença seja registrada de forma constante, tanto em florestas plantadas (FLECHTMAN, 1995; PERES FILHO *et al.,* 2006; MOURA, 2008) como em nativas no Brasil (ABREU & DIETRICH, 1989; ABREU & BANDEIRA, 1992; ABREU, 1992; 2002).

Como mencionado anteriormente, todos os insetos coletados da subfamília Scolytinae pertencem ao gênero *Xyleborus* e à tribo Xyleborini (Tabelas 2 e 3). SegundoBeaver (1976) e Hulcret al. (2015), todas as espécies desta tribo são besouros da ambrósia, importantes e predominantes em regiões tropicais, destacando-se ogênero *Xyleborus*, que apresenta maior número de espécies com potencial de danos (WOOD, 1982; 2007). Embora apresentem espécies que possam ser consideradas benéficas, pois auxiliam na desrama natural de pequenos ramos ena degradação de resíduos de madeira (Wood, 2007), esse grupo de insetos também possui algumas espécies que causam impacto econômico, porque danificam grandes volumes de madeiras recém-cortadas ou armazenadas que aguardam beneficiamento (PEDROSA-MACEDO, 1984; ABREU *et al.*, 2002).

*Xyleborusaffinis*e *X.ferrugineus* estão entre as quatro espécies que se destacaram na coleta (Tabela 1 e 2). São cosmopolitas, atacam coníferas, folhosas e palmáceas (ARGUEDAS, 2004; ABREU & JESUS, 2004; WOOD, 2007) e parecem não ser seletivas na escolha dos hospedeiros (KIRKENDALL *et al.,* 2008; 2015). Estão relacionados em torno de 200 e 300 hospedeiros para *X. ferrugineus* e *X. affinis*, respectivamente (WOOD, 1982; 2007; BRIGHT & TORRES, 2006). Na Amazônia já foram citados por Abreu (1992), Abreu & Bandeira (1992), Matias & Abreu (1999) e Abreu *et al*. (2002), 37 hospedeiros para *X. affinis* e 23 para *X. ferrugineus*, confirmando a predominância da primeira espécie sobre a segunda. Este comportamento confirma as observações de Beaver (1976) de que *X. affinis* apresenta melhor capacidade de adaptação em regiões quentes e úmidas.

Xyleborusferrugineus é considerada uma das espécies xilomicetófagas economicamente mais importantes e abundantes no mundo (Wood, 2007; Beaver, 1976). Segundo Wood (1982; 2007), é grande o impacto econômico produzido em árvores abatidas, estocadas na floresta ou em serrarias, onde os túneis podem se expandir pela região do alburno em poucas semanas de ataque. É conhecida como

vetor do fungo *Ceratocystisfimbriata* Ellis &Halst, causador da necrose do cacau na Costa Rica (SAUNDERS *et al.*, 1967) e do fungo manchador de madeiras *Lasiodiplodia the obromae* Griffonan Maublanc, que afeta, além do cacau, muitas outras frutíferas de diversos países (RONDÓN & GUEVARA, 1984; MOHALI & ENCINAS, 2001).

Xyleborusaffinis também é economicamente importante, porém é considerada menos agressiva e é responsável por danos severos em cana-de-açúcar em alguns países da América Central (WOOD, 1982; 2007; GIRO, 2003). Em levantamento realizado por Moreno *et.al*. (2003) em Cuba, foi constatado que esta não tem preferência por hospedeiros, uma vez que, foi encontrada em 52 gêneros de plantas daquele país (RONDÓN & GUEVARA, 1984). Esta espécie é vetor do fungo *L. theobromae*, causador da morte de mangueira, no Estado da Paraíba (LOPES *et al.*, 2009).

Os dois gêneros da subfamília Platypodinae, *Tesserocerus* e *Euplatypus* (=*Platypus*) (Tabelas 1 e 2) também são comuns em regiões tropicais (Wood, 1993). O gênero *Euplatypus* ocorre do Sul dos Estados Unidos à Argentina, África e Madagascar e *Tesserocerus*, do sul do México até a Argentina; eles têm um padrão neotropical de distribuição, com dispersão no centro da América do Sul (Wood, 1993).

O primeiro registro do gênero *Euplatypus* no Brasil, atacando espécies florestais vivas, tanto nativas como exóticas, foi feito por Andrade (1928). A partir daí novos registros foram feitos em *Eucalyptus* spp. (ZANI FILHO *et al*., 1984; ZANUNCIO *et al*., 2005) e em *Pinus* sp. (ZANUNCIO *et al*., 2002). Este gênero também foi citado nos trabalhos realizados por Abreu (1992), Abreu & Bandeira (1992), Matias & Abreu (1999) e Abreu *et al*. 2002, atacando madeiras da região amazônica, onde são citados até o momento 31 hospedeiros para este gênero.

As espécies do gênero *Euplatypus* são encontradas na maioria das áreas florestadas e também em madeiras usadas, principalmente para produzir celulose e carvão (ZANUNCIO *et al*., 2005). Burgos-Solorio & Equihua-Martinez (2007) registraram várias espécies deste gênero em seis espécies arbóreas de Jalisco, no México. Também foram registradas atacando *Theobromaecacao* L. na Costa Rica (LARA & SHENEFELT, 1965).

São poucos os estudos sobre coleta desses insetos diretamente em amostras do fuste de espécies florestais do Brasil, principalmente levando-se em consideração o tamanho, tanto das áreas nativas como plantadas. Os estudos estão mais focados

para levantamento com uso de armadilhas com atrativos, em plantios de *Pinus* e *Eucalyptus*, (FLECHTMANN *et al.*,1995; MACHADO & COSTA, 2017), embora existam alguns trabalhos em plantios de outras espécies (DALL'OGLIO & PERES FILHO, 1997; FLECHTMANN *et al.*, 2001; MOURA *et al.*, 2008; SANDOVAL RODRÍGUEZ, 2017) e florestas com espécies nativas (CARRANO-MOREIRA & PEDROSA-MACEDO, 1994; ABREU *et al*., 1997; FLECHTMANN & OTTATI, 1996; DORVAL & PERES FILHO, 2001; SANDOVAL RODRÍGUEZ, 2017).

Nos trabalhos de coletas de insetos em amostras de madeiras no piso da floresta, realizados no Sul (MARQUES, 1989; SOUZA *et al*., 1997), no Sudeste do Brasil (ZANI FILHO *et al*., 1984; LUNZ & CARVALHO, 2002; ZANUNCIO *et al.*, 2005; TREVISAN, 2008) e na Amazônia (ABREU & DIETRICH,1989; ABREU, 1992; ABREU & BANDEIRA, 1992; MATIAS & ABREU, 1999; ABREU *et al.*, 2002), também foram relacionadas os gêneros *Xyleborus* e *Euplatypus* como causadoras de danos nas amostras, em menor ou maior grau. Todavia, o exemplo de maior grau de infestação foi observado nos trabalhos realizados por Marques (1989) com toras de *Pinus taeda* L. e *P. ellioti* Engelm. e por Souza *et al*. (1997), com *M. scabrella*, em que a espécie *X. ferrugineus* teve presença significativa, muito embora, não tenha sido considerada como praga.

Na Colombia, Pulgarín-Diaz(2009 e 2012) registrou várias espécies do gênero *Xyleborus*e uma de *Euplatypus* em toras das espécies amazônicas, *Cedrelaodorata*e de J*acaranda. copaia* submetidas a biodeterioração no solo da floresta. Além disso, há outros registros de *Xylosandruscurtulus* (Eichhoff), *X. affinis*, *X. ferrugineus*, *X. volvulus* brocando *C. odorata*na Colombia (BRIGHT & SKIDMORE, 2002; MADRIGAL-CARDEÑO, 2003).

Ainda que não tenha havido diferença significativa entre as espécies coletadas ao longo do fuste das árvores avaliadas, estudos demonstram que os constituintes químicos principalmente os extrativos, exercem influência na resistência das madeiras ao ataque de insetos. O teor desses extrativos varia com a idade da árvore e com a posição no tronco. Madeira de árvores mais jovens tende a apresentar valores mais reduzidos que os encontrados em madeiras mais maduras, conforme os resultados da literatura. Em geral, as maiores concentrações de extrativos no tronco ou fuste ficam concentradas nas regiões próximas da base, diminuindo consideravelmente no topo (SCHEFFER, 1973; SILVA *et al.*, 2005). A despeito dessas afirmações, provavelmente os extrativos presentes nas diversas posições ao longo do fuste do

cardeiro não variaram o suficiente para delimitar o ataque dos insetos a determinada região. Outra hipótese pode ser que, com a derrubada das árvores, esses componentes tenham sido facilmente volatilizados.

De acordo com as observações, todos os besouros encontrados nas amostras de cardeiro tiveram preferência pela madeira com alto conteúdo de umidade, e o número maior de insetos foi observado nos oito primeiros meses do experimento em que as que mesmas não apresentaram estágio avançado de deterioração. Aliado a isso, após o abate, as árvores liberam substâncias, tais como álcoois e hidrocarbonetos terpênicos que constituem mecanismos de atração primária na escolha do hospedeiro (MOECK, 1981; GAGNE & KEARBY, 1978). Devido a este comportamento, à medida que avançava o estágio de deterioração das amostras, foi observada uma redução do ataque desses besouros. Isto também pode estar relacionado ao baixo conteúdo de nutrientes disponível, quando a madeira vai se deteriorando, fator este que pode comprometer a sua sobrevivência, fazendo com que eles migrem para outros hospedeiros (TORRES, 1994).

A região do disco das amostras de *S. micranthum* em que os insetos concentraram seu ataque foi a casca, principalmente a região subcortical, que compreende a casca interna, o câmbio e o xilema imaturo. As espécies encontradas iniciaram seu ataque pela casca externa e à medida que as larvas se desenvolviam, migraram para a casca interna até atingirem o câmbio imaturo e também o alburno, onde geralmente nestas regiões, completaram seu ciclo de vida. Segundo Cowling & Merrill (1966) e Haack & SlanskyJr (1987), os tecidos lenhosos de uma planta variam na qualidade nutricional. Enquanto a casca, geralmente é muito pobre principalmente, em carboidratos e nitrogênio, os tecidos da região subcortical, possuem altas concentrações desses elementos. Por causa dessa variação nutricional, segundo Hanks (1999) a grande maioria dos insetos que se alimentam dos tecidos lenhosos de árvores recentemente derrubadas, sejam xilófagos ou xilomicetófagos, confinam sua alimentação ao tecido subcortical, muitas vezes alimentando-se de amido e de açúcares aí presentes. Tendo em vista que os besouros da ambrosia retiram seus nutrientes dos fungos que os alimenta, cabe ao micélio destes fungos a responsabilidade de buscar nutrientes quando de sua penetração nas regiões da madeira mais nutritivas e que são assimilados pelos besouros quando de sua alimentação (BATRA, 1967; CHANDRA, 1981).

Devido ao grande número de adultos coletados, especialmente da subfamília

Scolytinae nos primeiros meses, pode-se afirmar que estes insetos demonstraram preferência em atacar as amostras imediatamente após as mesmas terem sido expostas à deterioração. Outro fato constatado é que eles podem completar seu cicio de vida e também se reproduzir enquanto houver condições favoráveis para seu desenvolvimento e estabelecimento. Diante disso, para evitar a infestação desses insetos, recomenda-se que a madeira seja beneficiada imediatamente após a derrubada da árvore.

4. CONCLUSÃO

A subfamília Scolytinae, tribo Xyleborini e gênero *Xylebrus* representam 73,8 % (3.633 indivíduos) dos curculionídeos coletados nas posições base, meio e ápice da madeira de *Scleronemamicrnthum*. As espécies em destaque na coleta são: *Xyleborusaffinis*, *Xyleborus* sp.1, *X.ferrugineus* e *Xyleborus*sp.2.

Não foi atestada diferença significativa entre as espécies coletadas nas três partes dos fustes das cinco árvores de cardeiro.

A presença dos besouros nas amostras foi registrada a partir dos oito primeiros meses de exposição das amostras no campo até o vigésimo mês.

REFERÊNCIAS

Abreu, R.L.S.; Dietrich, C.,R.R.C. 1989. Ocorrência de besouros (Insecta: Coleoptera) em madeiras úmidas. In: 3º Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira. São Carlos. São Paulo.

Abreu, R.L.S. 1992. Estudos sobre a ocorrência de Scolytidae e Platypodidae em madeiras da Amazônia. *Acta Amazonica*, 22: 413-20.

Abreu, R.L.S.; Bandeira, A.G. 1992. Besouros xilomicetófagos economicamente importantes da região de Balbina, Estado do Amazonas. *Rev. Árvore*, 16:346-356.

Abreu, R.L.S.; Fonseca, C.R.V.; Marques, E.N. 1997. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no Estado do Amazonas. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 26:527-535.

Abreu, R.LS.; Sales-Campos, C.; Hanada, R.E.; Vasconcellos, F.J.; Freitas, J.A. 2002. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. *Rev. Árvore*, 26:789-796.

Abreu, R.LS.; Jesus, M.A. 2004. Durabilidade natural do estipe de pupunha (*Bactrisgasipaes* Kunth, Arecaceae) II: Insetos. *Acta Amazonica*, 34: 459 - 465
Andrade, E.N. 1928. *Contribuição para o estudo da Entomologia florestal paulista*. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo.10p.

Arguedas, M.; Chaverri, P.; Verjans, J-M. 2004. Problemas fitosanitarios de la Teca em Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente, Turrialba, CATIE, nr 41, p. 10-131.

Atkinson, T.H.; Equihua-Matinez, A. 1986. Biology of bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Solytidae and Platypodidae) of a tropical rain forest in southeastern Mexico with an annotated checklist of species. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 79:414:422.
Batra, L.R. 1967. Ambrosia fungi: a taxonomic revision, and nutritional studies of some species. *Mycologia*, 59:976-1017.

Beaver, R.A. 1972. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). I. *Camptocerus* Dejean. *Bull. Ent. Res.*, 62:247-256.

Beaver, R.A. 1976. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). V. The tribe Xylebprini. *Z. Ang. Ent*., 80:15-30.

Berti Filho, E. 1979. *Coleópteros de importância florestal*. 1. Scolytidae. IPEF.
Bodenheimer, F.S. 1955. *Precis d'ecologieanimale*. Paris: Payot, 315p.

Bright, D.E.; Torres, J.A. 2006: Studies on West Indian Scolytidae (Coleoptera) 4 A review of the Scolytidae of Puerto Rico, U.S.A. with descriptions of one new genus, fourteen new species and notes on new synonymy (Coleoptera: Scolytidae). *Koleop. Rundschau* 76:389-428.

Browne, F.G. 1961. The Biology of Malayan Scolytidae and Platypodidae. *The Malayan Forest Records*, 22: 255pp.

Burgos-Solorio A.; Equihua Martinez, A. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana* 14:59-82.

Carrano-Moreira, A.F.; Pedrosa-Macedo, J.H. 1994. Levantamento e análise faunística da família Scolytidae (Coleoptera) em comunidades florestais no Estado do Paraná. *Anais da Scociedade Entomológica do Brasil* 23:115-126.

Chandra, A. 1981. Bioecology of wooddestroying *Xyleborus* and their control. (Insecta: Scolytidae). *Indian J. For*., 4:286-289.

Costa, E.C.; Moura, J.B.; Marques, E.N. 1988. Observações sobre madeira cortada e mantida no ecossistema florestal. *Rev. Centro Cien. Rurais,* 18:239-247.
Cowling, E.B.; Merrill, W. 1966.Nitrogen in wood and its role in wood deterioration. *Can. J. Bot.*, 44:1539-1554.

Dall'Oglio, O.T.; Peres Filho, O. 1997. Levantamento e flutuação populacional de coleobrocas em plantios homogêneos de seringueira em Itiquira – MT, Brasil. *Scienta Forestalis*, 51:45-58.

Dorval, A.; Peres Filho, O. 2001.Levantamento e flutuação populacional de coleópteros em vegetação do cerrado da Baixada Cuiabana, MT. *Ciência Florestal*, 11:171-182.

Flechtmann, C.A.H.: Couto, H.T.Z.:Gaspareto, C.L.; Berti Filho, E. 1995. Manual de pragas em florestas - Scolytidae em reflorestamentos com pinheiros tropicais. Piracicaba: IPEF. 201p.

Flechtmann, C.A.H.; Ottati, A.L.T. 1996**.** Scolytidae em área de mata nativa de cerrado em Selvíria/MS. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 25:285-288.

Flechtmann, C.A.H.; Ottati, A.L.T; Berisford, C.W. 2001. Ambrosia and bark beetles (Scolytidae: Coleoptera) in pine and eucalypt stands in southern Brazil. *For. Ecol. Managem*. 142:183-191.

Gagne, J. A.;Kearby, W. H. 1978. Host selection by *Xyleboruscelsus* (Coleoptera: Scolytidae) in Missouri. *Can. Ent.*, 110:1009-1013.

Giro, C.G. 2003. *Xyleborusaffinis* (Eichh) (Coleoptera: Scolytidae) atacando plantações de cana de azúcarenla Provincia de Santiago de Cuba. *Fitossanidad*, 7:61pp.

Gray, D.R.; Borden, J.H. 1985. Ambrosia beetle attack on logs before and after processing through a dry land sorting area. *For. Chron*., 61:299-302.

Haack, R.A.; Slansky Jr., F. 1987. Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera. In: Slansky Jr., F.; Rodrigues, J.G. (Eds). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. John Wiley & Sons, New York. p. 449-486.

Hulcr, J.; Mogia, M.; Isua, B.; Vojtech, N. 2007. Host specificity of ambrosia and bark beetles (Col., Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) in a New Guinea rainforest. *Ecological Entomology*, 32: 762–772.

Hulcr, J.; Atkinson, T.H.; Cognato, A.I.; Jordal, B.H.; McKenna, D.M. 2015. Morphology, taxonomy, and phylogenetics of bark beetles. p.41–84. In: *Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Vega, F.E.; Hofstetter, R.W., Eds. Academic Press, London, UK.

INPA/CPPF. 1991. *Catálogo de Madeiras da Amazônia*: Características Tecnológicas. Área da Hidrelétrica da Balbina. Manaus. 163p.

Kirkendall, L.R.;. Dal Cortivo, M.; Gatti, E.. 2008. First record of the ambrosia beetle, *Monarthrummali* (Curculionidae, Scolytinae) in Europe. *J. Pest Sci*. 81: 175–178.

Kirkendall, L.R.; Biedermann, P.H.W.; Jordal, B.H. 2015. Evolution and diversity of bark and ambrosia beetles. 85–156p. In: Vega F.E.; Hofstetter R.W. (Eds) *Bark Beetles. Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Academic Press, London.

Lara, F.; Shenefelt, R.D. 1965. Some Scolytidae and Platypodidae associated with cacao in Costa Rica. *Turrialba*, 15:169-177.

Lopes, E.B.; Brito, C.H.; Araújo, L.H.A.; Nascimento, L.C.; Batista, J.L.2009. Etiologia e inseto vetor da morte-descendente-da-mangueira (*Mangifera indica*) no Estado da Paraíba. *Tecnol. &Ciên. Agropec*., 3:37-40.

Lunz, A.M. 2001. *Degradação da madeira de seis essências arbóreas causada por Scolytidae (Coleoptera)*. Dissertação de Mestrado. UFRRJ/IF, Rio de Janeiro, 160pp.

Lunz, A.M.; Carvalho, A.G. 2002. Degradação da madeira de seis essências arbóreas dispostas perpendicularmente ao solo causada por Scolytidae (Coleoptera). *Neotropical Entomology*, 31:351-357.

Machado, L.M.; CostaE.C..2017. Altura de voo de escolitíneos (Coleoptera, Scolytinae) em povoamento de *Pinus taeda* L. no Sul do Brasil. *Ciência Florestal*, 27: 669-678.

Madrigal-Cardeño, A. 2003. Insectosforestalesen Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo. Medelin: Marín Vieco. 848pp.

Marques, E.N. 1989. Índices faunísticos e grau de infestação por Scolytidae em madeira de Pinus spp. Tese de Doutorado. UFPR, Curitiba, 103pp.

McLean, J.A. 1985.Ambrosia beetles: a multimillion dollar degrade problem of saw logs in Coastal British Columbia. *For. Chron*. 61:295–298.

Martínez M.; Cognato, A.I.; Guachambala, M.; Boivin, T. 2019. Bark and Ambrosia Beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Diversity in Natural and Plantation Forests inEcuador. Environmental Entomology, 48: 603–613.

Moeck, H. A. 1981. Ethanol induces attack on trees of spruce beetles, *Dendroctonusrufipennis* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Ent*., 113:939-942.

Mohali, S; Encinas, O. 2001. Association of *Diplodiamuticola* with blue stain of caribbean pine in Venezuela. *For.Path*., 31:187-189.

Moraes, G.J.; Berti Filho, E. 1974. Coleobrocas que ocorrem em essências florestais. *Boletim IPEF*, 9:27-42.

Moreno, L.L.; Pérez, M.R.; Zorrilla, M.A. 2003. Lista de Escolitideos (Coleoptera) de Cuba y suas plantas hospedantes. *Fitossanidad*, 7:17-21.

Moura, R.G.; Berti Filho, E.; Peres Filho, O.; Dorval, A.2008. Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas à madeira de Tectonagrandis Linn. F. (Lamiaceae) (2008). *Revista de Agricultura*, 83: 35-46.

Pedrosa-Macedo, J.H. 1984. Riscos da não utilização de resíduos florestais. In: Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal. 5, 1984, Curitiba. Anais. Curitiba: FUPEF, p. 40-49.

Pedrosa-Macedo, J.H.; Schonherr, J. 1985. *Manual dos Scolytidae nos reflorestamentos brasileiros*. UFPR/DSM/LPF. 71pp.

Peres Filho, O.; Dorval, O.; Berti Filho, E. 2006. A entomofauna associada à Teca, *Tectonagrandis* Lf no Estado de Mato Grosso. Piracicaba: IPEF, 58pp.

Pulgarín-Diaz, J.A. 2009. Insectos perforadores de lastrecemaderas más comercializadas enel Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). *Revista Colombiana Forestal*, 12: 51-61.

Pulgarín-Diaz, J.A.P. 2012. Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados a dos maderasenun bosque muyhúmedo Premontano (Antioquia, Colombia).*Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 65: 6459-6466.

Rojas, E.; Gallardo, R.2004. Manual de insectos asociados a maderasenla zona Sur de Chile. Division Proteccion Agricola. Proyecto Vigilancia y Control De Plagas Forestales. Santiago: Servicio Agricola y Ganadero. 65pp.

Rondón, A.; Guevara, Y. 1984. Algunos aspectos relacionados conlamuerteregresivadelaguacate (*Persea americana* Mill) *Agronomía Tropical.* 34: 119-129.

Sandoval Rodríguez, C.; Cognato, A.I.; Righi, C. A. 2017. Bark and ambrosia beetle (Curculionidae: Scolytinae) diversity found in agricultural and fragmented forests in Piracicaba-SP, Brazil. *Environmental Entomology*, 46: 1254–1263.

Saunders, J.L.; Norris, D.M..; Knoke, J.K.1967. Insect-host tissue interrelations between *Xyleborusferrugineus* (Coleoptera: Scolytidae) and Theobroma cacao in Costa Rica. *Ann Ent. Soc. America*, 60: 419-423.

Scheffer, T.C. 1973. Microbiological degradation and the causal organisms. In: Nicholas, D.D. (Ed.) *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments*. Vol. 1. Syracuse University Press, Syracuse. p. 31-106.

Shore, T.L. 1991. *Ambrosia beetles*. Forest Insects and Disease Survey, Canada. 4p.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N. A. 1976. *Manual de ecologia dos insetos*. Ed. Agronômica Ceres Ltda, São Paulo. 419pp.

Souza, N.J.; Marques, E.N.; Corrêa, R.M. 1997. Avaliação do grau de infestação de insetos em madeira estocada no município de São Mateus do Sul, PR. *Revista do Setor de Ciências Agrárias*, 16: 63-68.

Torres, J.A. 1994. Wood decomposition of *Cyrillaracemiflora* in a Tropical Montane Forest. *Biotropica*, 26:124-140.

Trevisan, H.; Marques, F.M. T.; Carvalho, A G. 2008. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. *R. Floresta*, 38:36-41.

Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of north and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *G. B. Nat. Mem*., 6. 1360pp.

Wood, S.L.; Stevens, G.C.; Lezama, H.J. 1991a. Los Scolytidae de costa Rica: clave de generos y de la subfamilia Hylesininae (Coleoptera). *Rev. Biol. Trop*., 39:125-148.

Wood, S.L.; Stevens, G.C.; Lezama, H.J. 1991b. Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica. II. Clave para subfamilia Scolytinae, tribus: Scolitini, Ctenophorini, Micracini, Ipini, Dryocoetini, Xyleborini y Cryphalini. *Rev. Biol. Trop*., 39:279-306.

Wood, S.L.; Stevens, G.C.; Lezama, H.J. 1992. Los Scolytidae da Costa Rica: clave de gêneros y de la subfamilia Hylesininae (Coleoptera). *Rev. Biol. Trop*., 40:247-286.
Wood, S.L. 1993. Revision of the genera of Platypodidae. *G. B. Nat. Mem*., 53:259-281.

Wood, S.L. 2007.*Bark and Ambrosia Beetles of South America (Coleoptera: Scolytidae)*. Monte L. BeanScienceMuseum, Provo, Utah. 900pp.

ZaniFilho, J.; Kageyama, P.Y.; Berti Filho, E. 1984. Avaliação do ataque de *Platypus*sp. Emprocedências e progenes de *E. urophylla*. *Boletim IPEF*, 28:33-39.

Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F.; Couto, L.; Pinto, R. 2002. Occurrence of *Euplatypusparallelus*, *Euplatypus s*p. (Col.:Euplatypodidae) and *Xyleborusaffinis*(Col.: Scolytidae) in *Pinus*sp. in Ribas do Rio Pardo, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev. Árvore*, 26:387-389.

Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F.; Flechtmann, C.A.H.; Zanuncio, T.V.; Guimarães, E.M. Espindula, M.C. 2005. Plants of a *Eucalyptus* clone damaged by Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). *Pesq. agropec. Bras*, 40: 513 – 515.

CAPÍTULO 17

DETERIORAÇÃO DA MADEIRA CARDEIRO (*Scleronemamicranthu*m) POR CUPINS DA FAMÍLIA TERMITIDAE EM AMBIENTE FLORESTAL

Raimunda Liége Souza de Abreu
Doutora em Entomologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Endereço: Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM
E-mail: raiabreu@inpa.gov.br

Beatriz Ronchi Teles
Doutora em Entomologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Endereço: Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM
E-mail: ronchi@inpa.gov.br

Ceci Sales-Campos
Doutora em Biotecnologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Endereço: Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM
E-mail: ceci@inpa.gov.br

Bazilio Frasco Vianez[+]
Doutor em Tecnologia da Madeira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Endereço: Cx. Postal 2223, CEP 69067-375 - Manaus –AM

RESUMO: A família Termitidae (Ordem Blattaria, Infraordem Isoptera) é dominante em regiões tropicais e corresponde a mais de 80 % das espécies que ocorrem no Brasil. É adaptada a vários habitats e hábitos alimentares, incluindo o xilófago, causando grandes prejuízos ao setor florestal. Em função da sua importância econômica, o presente trabalho objetivou avaliar as principais espécies de cupins dessa família, coletado sem discos das posições base, meio e ápice de 5 arvores da espécie florestal *Scleronemamicranthum* (cardeiro). Para tal, 180 discos (36 da base, 36 do meio e 36 do ápice) foram expostosa biodeterioração no solo da floresta durante 24 meses e avaliados a cada 2 meses para detecção da posição da infestação, do tempo de permanência nas amostras e coleta dos cupins.Foram capturados 7.116 espécimes da família Termitidae, distribuída sem 15 espécies, com destaque para: *Nasutitermessimilis* Emerson, 34,1 % (2.429 ind.); *Cylindrotermesparvignathus* Emerson, 23,6 % (1.681 ind.); *Rhinotermesmarginalis*L., 10,9 % (1.595 ind.); *Araujotermesparvellus* (Silvestri), 7,7%(550 ind.); *Anoplotermes*sp.1, 6,3 % (448 ind.); *Spinitermesnigrostomus* Holmgren, 5,3%(377 ind.); *Subulitermesbaeileyi* (Emerson), 3,9 % (278 ind.); *Nasutitermessurinamensis* (Holmgren), 3,5 % (251 ind.); *Cornitermesweberi* Emerson, 13,4 % (246 ind.); *Neocapritermesangusticeps* (Emerson), 3,4 % (231 ind.); e *Cyrilliotermesangulariceps* (Mathews), 2,9 % (212 ind.). A posição do fuste das árvores mais infestada pelos cupins foi o ápice com 2.981 espécimes. A análise de variância não detectou diferenças significativas entre as espécies encontradas nas posições estudadas do fuste das árvores. A infestação das espécies de cupins nas amostras de cada uma das posições do fuste foi observada a partir do oitavo mês após a implantação do experimento.

1. INTRODUÇÃO

Os cupins ou térmitas constituem a infraordem Isoptera. São insetos sociais com castas bem definidas, formadas por soldados, operários e reprodutores (reis e rainhas). Ocorrem em todas as regiões biogeográficas, mas são predominantemente tropicais. Atacam e consomem uma variedade de materiais que contêm celulose: papel, roupas, couro; culturas agrícolas e, frutíferas; árvores nativas e plantadas, mobiliário, madeiras úmidas e secas. São classificados em duas categorias principais: aqueles que habitam madeira e aqueles que constroem ninhos/colônias, sejam arbóreos ou subterrâneos (KRISHNA *et al.,* 2013).

Atualmente estão descritas no mundo 2.976, espécies, distribuídas em 282 gêneros e 9 famílias (CONSTANTINO, 2020). Na região Neotropical ocorrem as famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae Stolotermitidae e Serritermitidae, com 612 espécies descritas (Constantino, 2020). Não obstante o total de cupins existentes no mundo, apenas 10% das espécies podem ser consideradas pragas. No entanto, em diversas regiões do mundo, os cupins xilófagos estão entre aqueles insetos responsáveis por grande parte dos prejuízos advindos da deterioração biológica da madeira (ZORZENON & POTENZA 1998; KRISHNA *et al.,* 2013). A despeito disso, salienta-se o seu papel na aeração do solo, na decomposição da matéria vegetal morta e na fixação de nitrogênio no solo (SUGIMOTO *et al.*, 2000; JOUQUET *et al.,* 2011). Com a excreção, estima-se que os cupins contribuem com 2 % a 5 % do metano do mundo para a atmosfera (SANDERSON, 1996; SUGIMOTO *et al.,* 2000).

Termitidae é a família que possui o maior número de gêneros (238) e de espécies (2165) da Ordem Isoptera. Na região neotropical estão registradas cinco subfamílias: Termitinae, Nasutitermitinae, Syntermitinae, Apicotermitinae e Stolotermitidae, (KRISHNA *et al.,* 2013; CONSTANTINO 2020). Esta família é caracterizada por possuir o hábito alimentar bastante diversificado, pois é constituída por: cupins xilófagos verdadeiros, aqueles que comem madeira dura e em início de decomposição; os intermediários, que comem madeira em avançado estágio de decomposição e podem também se alimentar de solo/húmus e; os humívoros (DONOVAN *et al.;* 2001; SOUZA *et al.*, 2012).

Dentre os térmitas, a maior subfamília monofilética é Nasutitermitinae, com aproximadamente 76 gêneros e 600 espécies. É definida por soldados com

mandíbulas vestigiais e com nasuto, que é um prolongamento tubular na fronte cefálica. Termitinae tem mais espécies (640), porém não é monofilética (KRISHNA *et al.*, 2013).

De acordo com Bandeira & Macambira (1988) e Constantino (1992a), na região amazônica, Nasutitermitinae é composta por 33 gêneros e representa 49 a 55 % de todas as espécies da subfamília na região. Tem como seu principal gênero *Nasutitermes*, que é circuntropical e possui mais de 250 espécies no mundo (Krishna et al, 2013). A maioria das espécies deste gênero constrói ninhos arbóreos e se alimentam de celulose. Eles ocorrem em uma variedade de habitats, incluindo florestas primárias e secundárias, terras agrícolas e áreas urbanas (CONSTANTINO, 1999; THORNE & HAVERTY, 2000). Algumas espécies de *Nasutitermes* desempenham um papel importante nos processos ecológicos do solo, consumindo até 3 % da produção anual de serapilheira nas florestas brasileiras (VASCONCELLOS & MOURA 2010). De modo geral, 20-28 % de todas as espécies de florestas primárias da Amazônia e 27- 42% de várzea pertencem a este gênero (BANDEIRA, 1989; BANDEIRA & MACAMBIRA, 1988; CONSTANTINO, 1992a).

Na Amazônia este gênero e outros da família Termitidae têm sido registrados em estudos de levantamentos de insetos em diversos substratos lenhosos expostos à biodeterioração, assim como em árvores (APOLINÁRIO, 1993; BANDEIRA,1998; JESUS *et al.,* 1998; ABREU *et al.*, 2002; 2012; ACKERMAN *et al.*, 2009; MENDONÇA, 2009; BRITO *et al.*, 2012; ACIOLI & OLIVEIRA, 2013; SILVA & CORRÊA-NETO, 2020).

A despeito da existência de diversos trabalhos, e considerando o número de espécies florestais na Amazônia, os trabalhos sobre cupins e sua relação com a madeira ainda são incipientes. Portanto, este trabalho visou identificar as principais espécies de cupins da família Termitidae que infestam a madeira de *Scleronemamicranthum* Ducke (cardeiro), espécie florestal do Amazonas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em floresta primária da Estação Silvicultura Tropical, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, localizada no Km 45 da BR 174. Para tanto, foram utilizadas cinco árvores de *S. micranthum*, aparentemente livres de ataque de insetos e fungos. De cada uma das árvores, foram cortadas 36

amostras (discos) do fuste, sendo doze da base, doze do meio e doze do ápice, medindo 30 cm de comprimento e identificadas com etiquetas, totalizando 180 amostras. Estas amostras foram plotadas aleatoriamente, no próprio local do corte, para serem submetidas a biodeterioração durante vinte e quatro meses. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, havendo três níveis de fuste (base, meio e ápice) e com 12 coletas ao longo de vinte e quatro meses. Durante o período do experimento, a cada dois meses, 15 discos foram removidos da floresta para o laboratório de Entomologia da Madeira da CPPF, de onde foram efetuadas coletas dos insetos e avaliação das características da infestação. Para a remoção dos discos da floresta, foi feito um sorteio, de modo que fossem contempladas as partes da base, do meio e do ápice de cada árvore.

No laboratório, cada disco foi secionado em quatro sub-amostras e destas foram retiradas amostras para a coleta dos cupins que foram conservados em álcool 70 % com etiqueta de procedência para posterior identificação. Esta foi feita através de comparação morfológica, com base nos exemplares da Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Também foram utilizadas as seguintes chaves de identificação para famílias e gêneros: Arnett Jr. *et al.* (1980); Mill (1983); Constantino (1991a; 1999; 2001); Bandeira & Cancello (1992); Nickle & Colins (1992).

Na análise dos insetos coletados foi aplicado o cálculo da abundância e constância, seguido de testes estatísticos. No cálculo da abundância foram considerados os totais das espécies por posição no fuste e foi calculada de acordo com Silveira Neto et al. (1976). A constância foi obtida através da percentagem de ocorrência espécies nas coletas bimensais e classificadas de acordo com Bodenheimer (1955) em constantes (W): presentes em mais de 50 % das coletas, acessórias (Y): presentes em 25 a 50 % das coletas e acidentais (Z): presentes em menos de 25 % das coletas.

A análise estatística foi utilizada para verificar se houve diferenças significativas entre as espécies coletadas nas posições base, meio e ápice (tratamento) dos fustes das cinco árvores (repetição). Para isto foi feita a ANOVA, mediante o Programa Estatístico BioEstat 5,3 com os totais de cada espécie por coleta e por posição do fuste. Foi aplicado o teste de normalidade e como os dados não apresentavam uma distribuição normal, foi necessário transformá-los através da equação $\sqrt{x + 0{,}5}$,

transformação que melhor ajustou os dados de modo que as exigências da análise da variância fossem respeitadas. Este mesmo procedimento foi feito para as duas espécies mais abundantes da coleta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados nas cinco árvores, 7.116 espécimes de cupins. Destes (Tabela 1), as espécies que se destacam pela abundância, foram: *Nasutitermessimilis* Emerson, 34,1 % (2.429 ind.); *Cylindrotermesparvignathus* Emerson, 23,6 % (1.681 ind); *Araujotermesparvellus* (Silvestri), 7,7 % (550 ind.); *Anoplotermes*sp.1, 6,3 % (448 ind.); *Spinitermesnigrostomus* Holmgren, 5,3 % (377 ind.); *Subulitermesbaileyi* (Emerson), 3,9 %(278 ind.); *Nasutitermessurinamensis* (Holmgren), 3,5 % (251 ind.); *Cornitermesweberi* Emerson, 3,4 % (246 ind.); *Neocapritermesangusticeps* (Emerson), 3,4 % (231 ind.) e; *Cyrilliotermesangulariceps* (Mathews), 2,9 % (212 ind.). As demais espécies representaram 5,7 % (413 ind.).

Na Tabela 2 estão registrados respectivamente, os dados referentes à somatória de cada uma das posições dos fustes das cinco árvores. Observa-se que, no ápice houve predominância de cupins, com 2.981 espécimes, seguido do meio com 2.358 indivíduos e da base com 1.777. *N. similis*, foi a espécie mais representativa da coleta, porém na posição ápice, com 1.409 indivíduos (47,3 %). No meio foi *Cylindrotermesparvignathus* com 759 indivíduos (32,2 %) e na base *Anoplotermes* sp1, com 364 (20,5 %). (Tabela 2: Figura 1). A despeito de *Planicapritermesplaniceps* ter sido encontrada em todas as árvores, sua presença foi registrada somente no ápice (Tabelas 1 e 2). Outro ponto observado na Figura 1 é que, das 15 espécies apenas *N. similis*, *C. parvignathus*, *S. nigrostomus*, *N. angusticeps* e *S. baileyi*foram comuns nasposições base, meio e ápice das árvores.

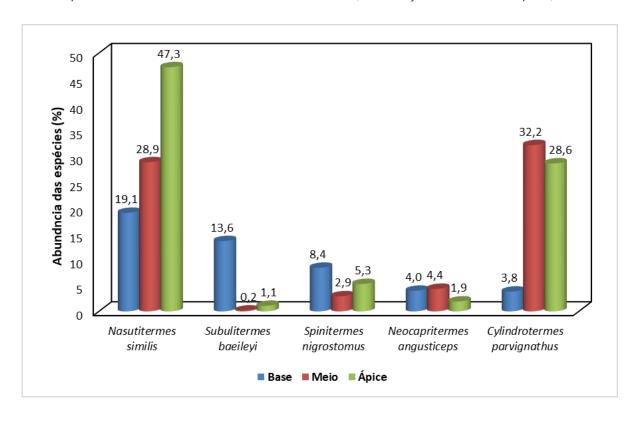
Considerando o número de insetos coletados, das 15 espécies de cupins, a Análise de Variância e o Teste de Tukey ($p \leq 0.05$) atestou que houve diferença significativa entre as espécies de cupins coletadas nas cinco árvores avaliadas (Quadro 1), principalmente considerando as espécies *N. similis* e *C. parvgnathus*, as mais abundantes. Quando da análise dessas espécies em relação às posições dos fustes avaliados, não foram observadas diferenças no número de insetos coletados (Quadros 2 e 3).

Tabela 1 – Abundância das espécies de térmitas da família Termitidae coletados em amostras do fuste de cinco árvores de *Scleronemamicranthum*, na Estação Silvicultura Tropical, na BR 174.

Sub família Termitinae	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq. (%)
Nasutitermessimilis	114	246	759	1235	75	2429	34,1
Cylindrotermesparvignathus	1078	320	0	217	66	1681	23,6
Araujotermesparvellus	185	0	356	9	0	550	7,7
*Anoplotermes*sp.1	364	0	0	0	84	448	6,3
Spinitermesnigrostomus	377	0	0	0	0	377	5,3
Subulitermesbaileyi	253	0	0	25	0	278	3,9
Nasutitermessurinamensis	0	0	0	251	0	251	3,5
Cornitermesweberi	0	0	0	0	246	246	3,4
Neocapritermesangusticeps	0	0	60	15	156	231	3,3
Cyrilliotermesangulariceps	0	212	0	0	0	212	2,9
Planicapritermesplaniceps	27	38	27	27	27	146	2,1
*Ortthognathotermes*sp.1	0	0	0	0	143	143	2,0
*Grigiotermes*sp.1	43	0	3	0	0	46	0,6
*Anoplotermes*sp.2	0	0	7	0	32	39	0,5
*Coatitermes*sp.1	0	0	0	0	39	39	0,5
Total	2441	816	1212	1779	868	7116	

Tabela 2 - Abundância das espécies da família Termitidae coletados nas posições base, meio e ápice do fuste de cinco árvores de *S. micranthum,* na Estação Silvicultura Tropical, na BR 174.

BASE	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	%
*Anoplotermes*sp1	364	0	0	0	0	364	20,5
Nasutitermessimilis	0	0	264	0	75	339	19,1
Araujotermesparvellus	0	0	254	0	0	254	14,3
Spinitermesnigrostomus	150	0	0	0	0	150	8,4
Cornitermesweberi	0	0	0	0	246	246	13,8
Subulitermesbaeileyi	217	0	0	25	0	242	13,6
*Grigiotermes*sp1	43	0	0	0	0	43	2,4
Cylindrotermesparvignathus	0	68	0	0	0	68	3,8
Neocapritermesangusticeps	0	0	60	0	11	71	4,0
TOTAL	774	68	578	25	332	**1777**	
MEIO	Arvore 1	Arvore 2	Arvore3	Arvore 4	Arvore 5	Total	%
Cylindrotermesparvignathus	239	252	0	202	66	759	32,2
Nasutitermessimilis	0	246	435	0	0	681	28,9
Araujotermesparvellus	185	0	102	9	0	296	12,6
Cyrilliotermesangulariceps	0	148	0	0	0	148	6,3
*Ortthognathotermes*sp1	0	0	0	0	143	143	6,1
Neocapritermesangusticeps	0	0	0	15	88	103	4,4
*Anoplotermes*sp1	0	0	0	0	84	84	3,6
*Coatitermes*sp1	0	0	0	0	39	39	1,7
*Anoplotermes*sp2	0	0	0	0	32	32	1,4
Spinitermesnigrostomus	69	0	0	0	0	69	2,9
Subulitermesbaeileyi	4	0	0	0	0	4	0,2
TOTAL	497	646	537	226	452	**2358**	
ÁPICE	Arvore 1	Arvore 2	Arvore3	Arvore 4	Arvore 5	Total	%
Nasutitermessimilis	114	0	60	1235	*0*	1409	47,3
Cylindrotermesparvignathus	839	0	0	15	0	854	28,6
Nasutitermessurinamensis	0	0	0	251	0	251	8,4
Spinitermesnigrostomus	158	0	0	0	0	158	5,3
Planicapritermesplaniceps	27	38	27	27	27	146	4,9
Cyrilliotermesangulariceps	0	64	0	0	0	64	2,1
Neocapritermesangusticeps	0	0	0	0	57	57	1,9
Subulitermesbaeileyi	32	0	0	0	0	32	1,1
*Grigiotermes*sp1	0	0	3	0	0	3	0,1
Anoplotermes sp2	0	0	7	0	0	7	0,2
TOTAL	1170	102	97	1528	84	**2981**	

Figura 1 – Abundância relativa das cinco espécies da família Termitidae comuns nas posições base, meio e ápice do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na Estação Silvicultura Tropical, naBR 174.

Quadro 1 – Análise de Variância das 15 espécies da família Termitidae coletadas nas posições base, meio e ápice das árvores de *S. micranthum.*

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Posição	2	3,25	1,62444	0,70	0,495
Espécies	14	114,65	8,18907	3,55	0,000
Interação	28	57,05	2,03751	0,88	0,643
Resíduo	2655	6126,99	2,30772		
Total	2699	6301,94			

Quadro 2 - Análise de Variância da espécie *Nasutitermessimilis*coletada nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Posição	2	14,7	7,3	0,62	0,540
Resíduo	177	2100,7	11,9		
Total	179	2115,4			

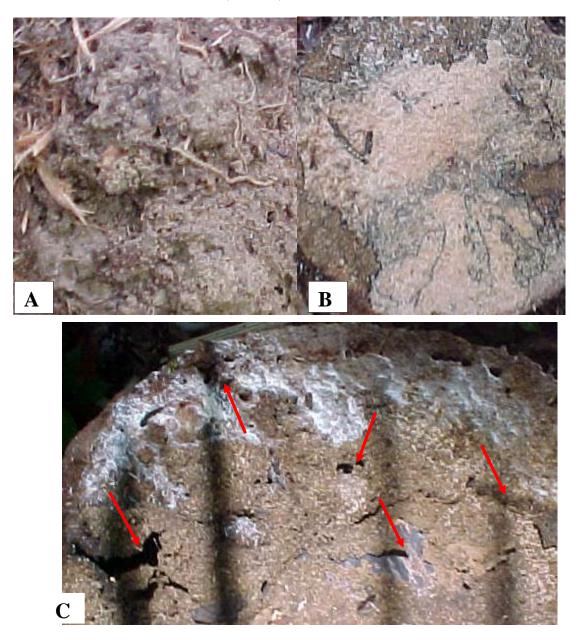
Quadro 3 - Análise de Variância da espécie *Cylindrotermesparvgnathus*coletada nas posições base, meio e ápice das árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Posição	2	18,69	9,35	1,14	0,323
Resíduo	177	1454,48	8,22		
Total	179	1473,18			

Os cupins foram representados por poucas espécies e não evidenciarem preferência por quaisquer das posições dos fustes, além de terem sido coletados esparsamente, ou seja, em determinados meses foram encontrados e na grande maioria das amostras os mesmos não foram coletados. Dos 180 discos analisados, apenas em 68 foi registrada a presença de cupins, a despeito de que, em mais de 50% desses discos terem sido observados galerias características de ataque desses organismos. É provável que os cupins tenham infestado ou visitado os discos em ocasiões diferentes às coletas.

Em função do hábito alimentar, o local onde os cupins foram encontrados nos discos variou. Aqueles que se alimentam de húmus, como *Anopltermes* e *Grigiotermes*, foram encontrados, preferencialmente, na interface entre a madeira e solo, embora alguns tenham até penetrado superficialmente na madeira. O local dos discos onde estes cupins foram encontrados apresentava a superfície da casca envolta por solo e por serrapilheira (Figura 6 A). As espécies xilófagas foram encontradas no alburno, cerne e medula. Algumas espécies dos gêneros *Nasutitermes* e *Cylindrotermes* constroem galerias na superfície, em forma de abrigo para protegê-los, de forma a atingirem o local onde está sua fonte de alimento (Figura 6 B). À medida que estes insetos se alimentam, aparecem galerias características do

dano e, ainda que adentrem à madeira de forma diferente, internamente estes cupins causam danos semelhantes (Figura 6 C).

Figura 6 – Discos de *S. micranthum* com presença de cupins. A – Área da casca envolta em detritos junto com solo; B - Galerias de cupins no alburno e cerne da madeira; C – Danos feitos na casca interna, alburno, cerne e medula do disco.

A constância dos cupins ao longo das posições do fuste das árvores está registrada na Tabela 3. No geral, observa-se que a grande maioria das espécies foi acidental.

O tempo de ocorrência das espécies nas amostras de cada uma das posições do fuste das árvores de *S. micranthum* está representado nas Tabelas 4 a 6. Os dados indicam que registro inicial da infestação foi observado a partir do oitavo mês após a

implantação do experimento, com as espécies *C. weberi*e *N. angusticeps*nas amostras da posição base e *P. planiceps* nas amostras do ápice. Na sequência da infestação foi registrada a presença de *Nasutitermessimilis*, *Cylindrotermesparvignathus*, *Anoplotermes*sp1e *Cyrilliotermesangulariceps*. A última a ser registrada foi *N. suriamensis*, no vigésimo mês. Muitas espécies, principalmente aquelas que não se alimentam dos constituintes da madeira, exceção a *C. weberi*, *P. planiceps* e *N. suriamensis,* tiveram passagem efêmera pelas amostras da madeira de cardeiro.

Tabela 3 - Constância das espécies da família Termitidae coletadas nas posições dos fustes das árvores de *S. micranthum,*na BR 174.

Insetos	BASE	MEIO	APICE
*Anoplotermes*sp.1	Z	Z	
Nasutitermessimilis	Z	Y	Y
Araujotermesparvellus	Z	Z	
Cornitermesweberi	Z		
Subulitermesbaeileyi	Z	Z	Z
Spinitermesnigrostomus	Z	Z	Z
Neocapritermesangusticeps	Z	Z	Z
Cylindrotermesparvignathus	Z	Y	Y
*Grigiotermes*sp.1	Z		Z
Cyrilliotermesangulariceps		Z	Z
*Ortthognathotermes*sp.1		Z	
*Coatitermes*sp.1		Z	
*Anoplotermes*sp.2		Z	Z
Nasutitermessurinamensis			Z
Planicapritermesplaniceps			Z

Y = Espécies acessórias: presentes em 25 a 50 % das coletas;

Z = Espécies acidentais: presentes em menos de 25 % das coletas.

O que se observou ainda na análise dos dados das referidas tabelas é que as espécies não foram registradas nas amostras nos quatro primeiros meses do experimento e que, os cupins foram coletados esparsamente. Também, em todos os discos das duas últimas coletas foi observado que, apesar de sinais evidentes de ataque de cupins, os mesmos já não se encontravam presentes nas amostras. A demora no ataque às amostras pode ser explicada pelo fato de que os cupins precisam que a madeira apresente certo grau de degradação. O fato de não terem sido coletados cupins nas duas últimas coletas, provavelmente deve-se à saída dos mesmos das amostras em busca de um novo substrato, com melhores atrativos e que seja palatável.

Tabela 4 – Período de ocorrência das espécies da família Termitidae nas amostras da posição base das árvores de *S. micranthum*, na BR 174.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Cornitermesweberi				x								
Neocapritermesangusticeps				x						x		
Nasutitermessimilis								x		x		
Araujotermesparvellus								x				
Subulitermesbaeileyi						x	x					
*Anoplotermes*sp1								x				
*Grigiotermes*sp1								x				
Cylindrotermesparvignathus									x			
Spinitermesnigrostomus									x			

Tabela 5 – Período de ocorrência das espécies da família Termitidae nas amostras da posição meio das árvores de *S. micranthum*, na BR 174.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Nasutitermessimilis					X	x		x	x	x		
Cylindrotermesparvignathus					X				x	x		
*Anoplotermes*sp1					X							
Cyrilliotermesangulariceps					X							
*Ortthognathotermes*sp1							x					
Neocapritermesangusticeps							x	x				
*Coatitermes*sp1							x					
Araujotermesparvellus								x	x			
Subulitermesbaeileyi								x				
*Anoplotermes*sp2									x			
Spinitermesnigrostomus									x			

Tabela 6 - Período de ocorrência das espécies da família Termitidae nas amostras da posição ápice das árvores de *S. micranthum*, na Estação Silvicultura Tropical, na BR 174.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Planicapritermesplaniceps				x	X							
Nasutitermessimilis					X		x		x	x		
Cyrilliotermesangulariceps					X							
Cylindrotermesparvignathus							x	x		x		
Neocapritermesangusticeps							x					
*Anoplotermes*sp2							x					
*Grigiotermes*sp1							x					
Spinitermesnigrostomus								x	x			
Subulitermesbaeileyi								x	x			
Nasutitermessurinamensis										x		

As espécies da família Termitidae associadas à espécie florestal cardeiro são largamente distribuídas na região Neotropical e ocorrem em todo o Brasil. Fazem ninhos em forma de montículos, subterrâneos, arborícolas ou semi-arborícolas e a maioria alimenta-se de madeira, preferencialmente bem úmida que esteja em contato com o solo e atacada por fungos (Constantino 1999; Lima & Costa-Leonardo, 2007). Também são bastante comuns na região amazônica (BANDEIRA 1989; 1998; CONSTANTINO 1992a; 1992b; MARTIUS 1997; JESUS *et al.,* 1998; ABREU *et al.* 2002; MATIAS & ABREU 1999; ACKERMAN *et al.,* 2009; ABREU *et al.* 2012; SILVA & CORRÊA-NETO 2020).

Das 15 espécies da família Termitidae encontradas na madeira de cardeiro, 5 pertencem à subfamília Nasutitermitinae, 5 à Termitinae, 3 à Apicotermitinae e 2 à Syntermitinae. As espécies da Nasutitermitinae são: *A. parvellus*, *N. similis*, *N. surinamensis*, S. *baileyi* e *Coatitermes* sp.1. Da subfamília Termitinae são: *N. angusticeps*, *S. nigrostomus,C. parvignathus* e *P. planiceps* e *Orthognathotermes* sp.1. Da Apicotermitinae, são: *Anoplotermes* sp.1 e *Anoplotermes* sp.2, *Grigiotermes* sp.1. Da Syntermitinae são: *C. weberi* e *C. angulariceps.*Embora o gênero *Nasutitermes* seja predominante na região amazônica (BANDEIRA, 1998; CONSTANTINO 1991b; 1992a; 1992b), nas amostras de *S. micranthum* sua presença foi considerada pequena, com apenas duas espécies: *N. similis* e *N. surinamensis*. A primeira foi registrada em todas as posições das árvores avaliadas e a segunda, somente no ápice (Tabela 2; Figuras 4 a 6). *N. similis* foi encontrada em estacas em campo de apodrecimento nas espécies florestais: *A. giganteum*, *A. obscurinervium*, *Diplotropispurpurea*(Rich.) Amshoff, *Manilkarahuberi*(Ducke) Chevalier, *Mezilaurusitauba* (Meisn.) Taub. exMez, *Piptadeniasuaveolens*Miq., *Tachigali* sp., *V.*

guianensis e *V. maxima* (Jesus et al., 1998). *N. surinamensis* é relatado por Mill (1992) como pragas de peças estruturais e por Mathews (1977) no Mato Grosso, vivendo em ninhos e em troncos no chão e alimentando-se de madeira. Silva & Corrêa-Neto (2020) e Dambros *et al.*, (2012) registraram, respectivamente, a presença dessa espécie em substratos lenhosos, em manguezais, no Pará e em troncos acima do nível da água, no lago da Hidrelétrica de Balbina, em Presidente Figueiredo.

Cylindrotermesparvignathus é cupim de floresta e ocorre na Amazônia em madeira sobre o solo e aparentemente não constrói ninho (Constantino, 1999). Foi encontrado por Apolinário (1993) em fragmentos lenhosos na Reserva Duckee por Dambros *et al.,* (2012) em troncos acima do nível da água. No estudo com estacas em campo de apodrecimento, esta espécie foi reportada por Jesus et al., (1998) em *Dipteryxodorata*, *D. polyphylla* e *Eperua* sp., e em discos das espécies arbóreas: *L. rosea*, *O. platyspermum*, *T. burserifolia* e *Tachigali* sp. (MATIAS & ABREU 1999; ABREU *et al.,* 2012). Também foi reportada por Constantino (1991a; 1992a) em floresta de terra firme e de várzea da Amazônia Ocidental e Oriental, alimentando-se de material lenhoso.

Os térmitas da subfamília Apicotermitinae, incluindo os gêneros *Anoplotermes* e *Grigiotermes* encontrados nas amostras de cardeiro, são considerados os mais primitivos dentre os Termitidae (KRISHNA *et al.,* 2013) e a maioria se alimenta de húmus (SOUZA & BROWN 1994). A despeito desse hábito alimentar, já foram reportados como praga de várias culturas agrícolas (MILL 1992; CZEPAK *et al.,* 1993). Lafffont *et al.,* 2004 observaram em três Parques Nacionais da Argentina, duas morfo-espécies de *Anoplotermes,* localizadas dentro e abaixo de galhos caídos, mas alimentando-se de húmus. Em levantamentos realizados em diferentes formações florestais da Amazônia Ocidental e Oriental, estes gêneros foram registrados em amostras de solo e madeira podre (BANDEIRA 1989; BANDEIRA & MACAMBIRA 1988; CONSTANTINO 1992a; APOLINÁRIO 1993). O gênero *Anoplotermes* também foi encontrado em toras de *C. multijuga*, *Micranda* sp. e *V. surinamensis*, estocadas no pátio de indústrias madeireiras em Manaus (ABREU *et al.,* 2002) e em campo de apodrecimento, em estacas das seguintes espécies florestais da Amazônia: *Andiraparviflora* Ducke, *Buchenaviaoxycarpa*(Mart.) Eichler, *Dinizia excelsa* Ducke, *Dipteryxodorata*(Aubl.) Willd., *Endlicheria formosa* A.C.Sm, *E. decolorans*, *Hymenolobiumsericeum* Ducke, *M. huberi*, *Nectandra rubra* (Mez) C.K. Allen, *Parkia* sp., *P. racemosum*, *Qualea* sp., *Swartziaingifolia*Ducke e *V. máxima* (JESUS *et al.*,

1998). O gênero *Grigiotermes* foi encontrado em discos expostos à biodeterioração nas seguintes espécies: *L. rosea*, *O. platyspermum*, *T. burserifolia*, *Tachigali* sp.e *C. barbata* (MATIAS & ABREU 1999; ABREU *et al.,* 2012).

As demais espécies são pouco conhecidas em madeira, mas têm seu registro em alguns trabalhos de levantamentos na Amazônia, como *N. angusticeps* (Termitinae) que teve poucos representantes nas posições base e meio das árvores (Tabela 3). É cupim de florestas de terra firme, de florestas secundárias e de pastagens da Amazônia. Normalmente seu habitat é dentro ou embaixo de toras caídas ou em ninhos epígeos abandonados de outras espécies de cupins, mas também constrói ninhos subterrâneos (CONSTANTINO 1991a; APOLINÁRIO 1993). Alimenta-se de madeira medianamente decomposta a muito podre e preenche os espaços vazios da madeira com terra solta (BANDEIRA & MACAMBIRA 1988; CONSTANTINO 1991a). Esta espécie também foi encontrada por Dambros *et al.,* (2012) em troncos mortos acima da água em Presidente Figueiredo.

A espécie *P. planiceps* ocorre em boa parte da Amazônia brasileira e é encontrada em florestas, alimentando-se de madeira e aparentemente vive em troncos em decomposição sobre o solo e dentro ou sob casca de madeira morta (CONSTANTINO 1991b; 1992a; 1999; APOLINÁRIO 1993). De acordo com Souza & Brown (1994), em floresta de terra firme, próximo a Manaus, esta espécie foi observada alimentando-se de madeira e solo, possuindo, portanto, o hábito alimentar intermediário.

As espécies *C. angulariceps*, *A. parvellus* e S. *baileyi*vivem no solo, em madeira podre ou em ninhos de outros cupins, mas alimentam-se de húmus; *Coatitermes* sp.1 vive em florestas e tem como alimento a madeira podre e o húmus (CONSTANTINO 1991b; 1992a; 1999). *C. weberi* também vive em florestas; constrói ninhos subterrâneos e alimenta-se de madeira, sendo, portanto, considerado xilófago (Constantino 1992a; Apolinário 1993; Amelung *et al.*, 2002). *S. nigrostomus*e *Orthognathotermes* sp.1 ocorrem no solo ou em ninhos de outros cupins e também alimentam-se de húmus (APOLINÁRIO 1993; CONSTANTINO 1999); o último também se alimenta de madeira podre (MATHEWS 1977).

O período de tempo das espécies de cupins nas amostras de cardeiro está diretamente relacionado com seus hábitos alimentares, uma vez que a preferência alimentar de cada uma delas depende dos diferentes estágios de decomposição em que se encontra a madeira. As espécies de cupins são agrupadas de acordo com sua

preferência alimentar, que envolve madeira, madeira/solo, húmus e liteira (BANDEIRA 1983; GONTIJO & DOMINGOS 1991; MATHEWS 1977; SOUZA & BROWN 1994). De acordo com este último autor, os que se alimentam de madeira dependem dos diferentes estágios de decomposição em que a mesma se encontra; aqueles que se alimentam de solo, ingerem partículas minerais de terra misturadas com matéria orgânica, que são distintos do grupo de liteira, que consomem as folhas decompostas no solo. O grupo dos que consome a mistura de madeira e solo é chamado intermediário.

Os cupins capturados alimentam-se de madeira, variando de sã em vários estágios de decomposição a podre e de húmus/solo. Apesar da madeira oferecer algumas desvantagens no que se refere ao baixo conteúdo de nitrogênio, dureza e no potencial tóxico variável, desenvolvido como mecanismo de defesa (LIMA & COSTA LEONARDO 2007), os cupins têm mecanismos digestivos para extrair a maior parte dos nutrientes disponíveis a partir de uma alimentação de baixa qualidade (WALLER & LA FAGE 1986).

Outras espécies que apresentam o hábito da xilofagia são *N. similis*, *N. angusticeps* e *C. parvignathus,* as quais foram encontradas nas amostras de cardeiro a partir do oitavo e décimo meses do experimento em campo (Tabelas 4 a 6). Este comportamento está de acordo com Bandeira & Macambira (1988), quando afirmam que estas espécies se alimentam de madeira moderadamente decomposta. *Cylindrotermesparvignathus* e *N. similis* também apresentaram comportamento similar em campo de apodrecimento (JESUS *et al.*, 1998). O início do ataque destas espécies às estacas de madeiras não resistentes (vida útil menor que 2 anos), moderadamente resistentes (entre 2 e 5 anos) e altamente resistentes (maior que 8 anos) só foi observado por volta de seis meses e dois anos depois da implantação do experimento, respectivamente, quando estas apresentaram decomposição média.

Houve espécies que apesar de se alimentarem de madeira, tiveram passagem efêmera nos discos: *C. weberi*, *P. planiceps* e *N. surinamensis* (Tabela 4 a 6). Esta última espécie, não obstante, se alimentar principalmente de madeira sã, é muito especializada, pois prefere madeira de baixa densidade (BUSTAMANTE & MARTIUS 1998). Talvez o fato da madeira de cardeiro apresentar densidade moderadamente pesada (INPA/CPPF 1991; NASCIMENTO 2000), explique por que *N. surinamensis* não permaneceu por mais tempo no cardeiro. Isto também pode ter funcionado como barreira para as demais espécies. Outra hipótese pode estar relacionada com a

existência de metabólitos secundários tipo polifenóis (taninos) com sabor adstringente.

Como mencionado em diversas fontes literárias e observado neste trabalho, os cupins se alimentam de madeira úmida em diversos estágios de deterioração e de acordo com Lima & Costa-Leonardo (2007), os fungos têm um relevante papel neste processo. Estes organismos, tanto podem atuar na anulação das substâncias tóxicas (HIGHLEY & KIRK 1979), como podem transformar alimentos pobres em palatáveis (LA FAGE & NUTTING 1978; GILBERTSON 1984). Muitos cupins parecem ser nutricionalmente dependentes dos fungos decompositores de madeira; outros mostram resposta positiva para madeira infectada por esses organismos (SANDS, 1969; DONOVAN *et al.,* 2001). Segundo Martin (1979), a vantagem de consumir alimento decomposto abrange: aumento na quantidade de nitrogênio e de outros nutrientes e no conteúdo de umidade; pré-digestão de produtos de madeira; aquisição de bactérias fixadoras de nitrogênio; e desintoxicação da madeira e de extratos de plantas.

Hickin (1971) e Edwards & Mill (1986) afirmam que a destruição da madeira causada por cupins frequentemente é precedida pelo ataque de fungos. Diante disso, os cupins são considerados pelo primeiro autor como pragas secundárias, o que não diminui sua importância, pois uma vez instalados podem destruir ou, no mínimo provocar, redução da qualidade da madeira.

O teor e a natureza dos extrativos existentes na madeira também podem interferir na sua decomposição. Estudos realizados por Farmer (1967) e Scheffer (1973) demonstram que essas substâncias lhes confere resistência, devido às suas propriedades inseticidas e fungicidas. Ainda segundo estes autores, como estes extrativos não se distribuem uniformemente ao longo da árvore, a resistência natural é maior nas partes do cerne e próximo da base da árvore, diminuindo em direção à medula e ao topo. À medida que a árvore envelhece, ocorre diminuição da toxicidade dos extrativos e consequente redução da resistência ao ataque de organismos xilófagos.

Como não foram realizadas análises dos diversos constituintes da madeira de *S. micranthum*, assim como não foi determinada a idade das árvores, recomenda-se que sejam feitos estudos posteriores, englobando estas duas linhas de pesquisa para complemento das informações.

4. AGRADECIENTOS

Ao Dr. Reginaldo Constantino da Universidade de Brasília pela identificação dos cupins e aos técnicos de laboratório, Frank Antônio de Oliveira Campos e Jânio da Costa Santos pela ajuda na montagem do experimento e coleta dos cupins.

5. CONCLUSÃO

Das 15 espécies da família Termitidae, capturadas nas amostras da madeira de *Scleronemamicranthum*, a prevalência é para a espécie *Nasutitermessimilis*;

Das espécies capturadas, nenhuma demostra preferência pelas posições do fuste das árvores avaliadas;

A infestação dos cupins às amostras teve início a partir do oitavo mês do experimento, com permanência até o vigésimo.

REFERÊNCIAS

Abreu, R.L.; Sales-Campos, C.; Hanada, R.E.; Vasconcellos, F.J.; Freitas, J.A. 2002. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. *Rev. Árvore*, 26:789-796.

Abreu, R.L.S., Vianez, B.F., Matias, E.O., Costa, S.S., Sales-Campos, C. 2012. Estudo de térmitas (Insecta: Isoptera, Termitidae) em amostras do fuste de cinco espécies florestais do Estado do Amazonas, p. 131-141. In: Vianez, B.F; Varejão, M.J.C.; Abreu, R.L.S.; Sales-Campos, C. (Eds.) *Potencial tecnológico de madeiras e resíduos florestais da Amazônia Central.* Editora Inpa, Manaus, AM.

Acioli, A.N. S.; Oliveira, P.V.C. 2013. Cupins (Isoptera) invasores da rede elétrica em áreas urbanas na Região do Alto Solimões, Amazônia Ocidental, Brasil. *Entomo Brasilis*, 6: 150-156.

Ackerman, I.L., R. Constantino, H.G. Gauch Jr., J. Lehmann, S.J. Riha., E.C.M. Fernandes. 2009. Termite (Insecta: Isoptera) species composition ina primary rain forest and agroforests in central Amazonia. *Biotropica*, 41: 226-233.

Amelung W.; Martius, C.; Bandeira, A.G.; Garcia, M.V.B.; Zech, W. 2002. Lignin characteristics and density fractions of termite nests in an Amazonian rain forest – indicators of termite feeding guilds. *Soil Biol. Bioch*., 34:3676-372.

Apolinário, F.B. 1993. *Composição faunística e hábito de nidificação de térmitas (Insecta: Coleoptera) em floresta de terra firme da AmazôniaCentral*. Dissertação. INPA/UFAM. 72p.

Arnett Jr., R. H.; Downie, N. M.; Jaques, H. E. 1980. *How to know the beetles*. 2th. ed. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 416p.
Bandeira, A.G. 1983. *Estrutura ecológica de comunidades de cupins (Insecta, Isoptera) na Zona Bragantina, Estado do Pará*. Manaus. Tese. INPA/UFAM, Manaus. 123p.

Bandeira, A.G. 1989. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de uma floresta primária e de uma pastagem na Amazônia Oriental, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, sér. Zool., 5:225-241.

Bandeira, A.G. 1998. Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira. In: Fontes, L.R; Berti Filho, E. (Eds.). *Cupins: o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba. p. 75-85.

Bandeira, A.G.; Macambira, M.L.J. 1988. Térmitas de Carajás, Estado do Pará, Brasil: Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi*, sér. Zool., 4:175-190.

Bandeira, A.G.; Cancello, E.M. 1992. Four new species of termites (Isoptera, Termitidae) from the Island of Maracá, Roraima, Brasil. *Rev. Bras. Ent*., 36:423-435.
Bodenheimer, F.S. 1955. *Precis d’ecologieanimale*. Payot, Paris. 315p.

Bustamante, N.C.R.; Martius, C. 1998. Nutritional preferences of wood-feeding termites inhabiting floodplain forest of the Amazon River, Brazil. *Acta Amazonica*, 28:301-307.

Constantino, R. 1991a. Notes on *Neocapritermes* Holmgren, with description of two new species from the Amazon Basin (Isoptera, Termitidae, Termitinae). *Goeld. Zool*., 7: 1-12.

Constantino, R. 1991b. Termites (Isoptera) from the lower Japurá River, Amazonas State, Brazil. *Bol. Museu Para. Emílio Goeldi*, Sér. Zool., 7:189-224.

Constantino, R. 1992a. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of Primary Rain Forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 24:420-430.

Constantino, R. 1992b. Cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Brasileira: distribuição geográfica e esforço de coleta. Rev*. Bras. Biol.*, 52: 401-413.

Constantino, R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Pap. Avulsos Zool*., 40:387-448.

Constantino, R. 2002. The pest termites of South America: Taxonomy, distribution and status. *J. Appl. Entomol*. 126:355-365.

Constantino, R. 2020. On-line termite database. Brasília. Disponível em http://www.termitologia.net/. Acesso em 18 Jul 2021.

Czepak, C.; Ferreira, E. Nogueira, S.B. 1993. Identificação e quantificação de cupins rizófagos na cultura de arroz sequeiro. *Pesq. Agrop. Bras*., 28:871-875.

Dambros, C.S.; Mendonça, D.R.M.; Rebelo, T.G.; Morais, J.W. 2012. Termite species list in a terra firme and ghost forestassociated with a hydroelectric plant in Presidente Figueiredo, Amazonas, Brazil*. Check List*, 8: 718–721.

Donovan, S. E.; Eggleton, P.; Bignell, D. E. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classication of termites. Ecological Entomology, 26: 356-366.

Edwards, R.; Mill, A.E. 1986. *Termites in Buildings*: Their biology and control. Rentokil Ltda, Felcourt. 231p.

Gontijo, T.A.; Domingos, D.J. 1991. Guild distribution of some termites from cerrado vegetation in south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.*,7:523-529.

Hickin, N.E. 1971. *Termites: a world problem*. Hutchinson & Co., Ltd., London. 233p.

Highley, T.L.; Kirk, K. 1979. Mechanisms of wood decay and the unique features of heartrots. *Phytopathology*, 69:1151-1157.

INPA/CPPF. 1991. *Catálogo de Madeiras da Amazônia*: Características Tecnológicas. Área da Hidrelétrica da Balbina. Manaus. 163p.

Jesus, M.A.; Morais, J.W.; Abreu, R.L.S.; Cárdias, M.F. 1998. Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônica em contato com o solo em ambiente florestal. *Sc. For.*, 54:81-92.

Krishna, K.; Grimaldi D.A.; Krishna, V.; Engel, M.S. 2013. Treatise on the Isoptera of the world. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 377:1-202.

Lafffont, E.R.; Torales, G.J.; Coronel, J.M.; Arbino, M.O.; Godoy, M.C. 2004. Termite (Insecta, Isopetra) fauna from National Parks of the northeast refion of Argentina. *Sci. Agric*., 61:665-670.

Jouquet,P.; Traoré S.;Choosai,D.C..; Hartmann, C.;Bignell, D. 2011. Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. *Euro. J. Soil Biol*., 47: 215-222.

Lima, J.T.; Costa-Leonardo, A.M. 2007. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Coleoptera). *Biota Neotr.*, 7:243-250.
Martin, M.M. 1979. Biochemical implications of insects mycophagy. *Biol. Rev.* 54:1-21.

Martius, C. 1997. The termites. In: Junk, (Ed). The Central Amazon Floodplain. *Ecol. Studies*, 126:361-371.

Mathews, A.G.A. 1977. *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil.* Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 267pp.

Mendonça, D.R.M. 2009. *Térmitas (Insecta: Isoptera) de uma área de floresta primária na região de São Gabriel da Cachoeira (AM) e influência de fatores ambientais sobre sua assembleia*. Dissertação. INPA/UFAM, Manaus. 68pp.

Mill, A.E. 1983. Generic keys to the soldier caste of New World Termitidae (Isoptera: Insecta). *Syst. Entomol*., 8:179-190.

Mill, A.E. 1992. Termites as agricultural pests in Amazonia, Brazil. *Outlook Agric.*, 21:41-46.

Nascimento, C.C. 2000. *Variabilidade e desenvolvimento de modelos para estimar propriedades de madeira de quatro espécies arbóreas da Amazônia*. Tese. INPA/UFAM, Manaus, Amazonas. 192pp.

Nickle, D.A.; Collins, M.S. 1992. The termites of Panama. In: Quintero, D.; Aiello, A. (eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica, selected studies*. Oxford University Press, London. p 208-241.

Sands, W.A. 1969. The association of termites and fungi. In: Krishna, K.; Weesner, F.M. (Eds.) *Biology of termites*. Vol. 1. Academic Press, New York, p. 495-524.

Scheffer, T.C. 1973. Microbiological degradation and the causal organisms. In: Nicholas, D.D. (Ed.) *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments*. Vol. 1. Syracuse University Press, Syracuse. p. 31-106.

Silva, S.C.B.; Corrêa-Neto, J.J. 2020. Riqueza e composição de Térmitas (Blattodea, Isoptera) em manguezaisdo litoral amazônico. *Entomological Communications*, 2. doi: 10.37486/2675-1305.ec02037.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N. A. 1976. *Manual de ecologia dos insetos***.** Ed. Agronômica Ceres Ltda, São Paulo. 419pp.

Souza, O.F.F.; Brown, V.K. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termites communities. *J. Trop. Ecol*., 10:197-206.

Souza, H.B.A.; Alves, W.F.; Vasconcellos, A. 2012.Termite assemblages in five semideciduous Atlantic Forest fragments in the northern coastland limit of the biome. Revista Brasileira de Entomologia 56: 67–72.

Thorne, B.L.; Haverty, M.I. 2000. Nest growth and survivorship in three species of neotropical *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae). *Environmental Entomology*, 29: 256-264.

Waller, D.A.; La Fage, J.P. 1986. Nutritional ecology of termites. In: Slansky Junior, F.; Rodriguez, J.G. (Eds.). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. John Willey & Sons, New York, p.487-532.

Vasconcellos, A.; Moura, F.M.D.S. 2010. Wood litter consumption by three species of *Nasutitermes* termites in an area of the Atlantic Coastal Forest in Northeastern Brazil. J InsectSci 10:72.

Zorzenon, F.J.; Potenza, M.R. 1998. Cupins: pragas em áreas urbanas. *Bol. Técn. Inst. Biol*., n. 10. 40.

CAPÍTULO 18

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

Emanuelle Valeska Bilhar Araújo
Mestranda em Agronomia Tropical pela Universidade Federal do Amazonas
Instituição: Universidade Federal do Amazonas
Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, n° 1200, Coroado I Manaus/AM
E-mail: emanubilhar@gmail.com

Sandra Andrea Santos da Silva
Doutora em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Instituição: Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira
Endereço: Rua Cel. José Porfirio – Recreio, Altamira/PA, Brasil
E-mail: sandrasilva@ufpa.br

Darielly Gomes Loch
Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Cel. José Porfirio – Recreio, Altamira/PA, Brasil
E-mail: darygloch@gmail.com

Nataly Carneiro de Jesus
Discente de Agronomia pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Cel. José Porfirio – Recreio, Altamira/PA, Brasil
E-mail: nathalycarneiro@outlook.com

Maysa Lorrane Medeiros de Araújo
Bacharel em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Cel. José Porfirio – Recreio, Altamira/PA, Brasil
E-mail: maysamedeiros97@gmail.com

Gustavo Gomes Lima
Bacharel em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Cel. José Porfirio – Recreio, Altamira/PA, Brasil
E-mail: gustavosp7940@gmail.com

Rafael Oliveira da Silva
Mestrando em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Côrrea, 01 – Guamá, Belém/PA, Brasil
E-mail: rafaelosilva21@gmail.com

RESUMO: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma espécie granífera da família Fabaceae, muito recorrente na região norte e nordeste do Brasil, sua produção vem ganhando espaço nas lavouras principalmente na entressafra do milho, da soja

e do arroz, contudo, um dos pontos limitantes para esta cultura está relacionado com a baixa disponibilidade de nutrientes presentes no solo, tal como a ausência do elemento fósforo, um dos macronutrientes mais requeridos pelas plantas. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência do fósforo sob diferentes dosagens de superfosfato simples (P_2O_5) no desenvolvimento do feijão caupi. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Pará-Campus de Altamira e foi organizada em três tratamentos, sendo estes, tratamento 01 (sem dosagem), tratamento 02 (2g) e tratamento 03 (4g). O experimento foi conduzido em uma estrutura protegida, utilizando-se duas sementes em sacos de polietileno contendo solo de barranco. Com o estabelecimento da cultura 55 dias após o semeio, totalizando 60 plantas, foram avaliados em cinco coletas de campo e posteriormente em laboratório oito parâmetros, a saber: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento das raízes, pesagem da parte aérea, pesagem das raízes, pesagem da matéria seca da parte aérea e pesagem da matéria seca das raízes. As análises estatísticas foram realizadas através do programa SISVAR (versão 5.6), os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. O tratamento 3 apresentou os melhores resultados, especialmente nos parâmetros de altura, peso da matéria seca aérea e peso da matéria seca radicular. As respostas foram significativas quanto a aplicação de uma maior dosagem de fósforo, indicando que doses superiores aos valores convencionais, com 4g de P2O5, demonstram um melhor desenvolvimento do caupi, o que também sugere ser a mais recomendada para a nutrição da cultura em campo.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*; Nutrição Vegetal; Superfosfato Simples.

ABSTRACT: The cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) is a Fabaceae family grain species, very recurrent in the North and Northeast regions of Brazil, its production has been gaining space in crops, mainly in the corn off-season, soybean and rice, however, one of the limiting points for this crop is related to the nutrient’s low availability present in the soil, such as the element phosphorus absence, one of macronutrients most required by plants. The study objective was to analyze the phosphorus influence under different dosages of simple superphosphate (P_2O_5) on the cowpea development. The research was carried out at Para’s Federal University – Altamira Campus and it was organized into three treatments, being these, treatment 01 (no dosage), treatment 02 (2g) and treatment 03 (4g). The experiment was conducted in a protected structure, using two seeds in polyethylene bags containing ravine soil. With the culture establishment 55 days after sowing, totalizing 60 plants, they were evaluated in five field collections and subsequently in laboratory eight parameters, namely: plant height, stem diameter, leaves number, roots length, aerial part weighing, roots weighing, aerial part dry matter weighing and roots dry matter weighing. The statistical analyzes were performed through the SISVAR program (version 5.6), the data were subjected to variance analysis (ANOVA) and the averages were compared by the Tukey test, at 5% probability. The treatment 3 presented the best results, especially in the height, aerial dry matter weight and root dry matter weight parameters. The responses were significant regarding to the application of a higher phosphorus dosage, indicating that superior doses than the conventional values, with 4g of P2O5, demonstrate a better cowpea development, which also suggests to be the most recommended for the crop nutrition in field.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*; Vegetable Nutrition; Simple Superphosphate.

1. INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa, granífera, caracterizada por ser uma das mais plantadas e consumidas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil e possuir grande importância socioeconômica, por ser uma das alternativas de geração de empregos em populações de baixa renda, uma vez que suas sementes e vagens são utilizadas tanto para o consumo humano como importante fonte de proteína, energia, fibras e minerais, quanto como matéria-prima para adubação verde e material orgânico (LIMA *et al.*, 2007; ALMEIDA *et al.,* 2010; FREIRE FILHO *et al.,* 2011; BASTOS *et al.*, 2012; MANAF; ZAYED, 2015; PEREIRA *et al.*, 2016), sendo um dos alimentos mais consumidos na América latina e África (OLIVEIRA *et al.,* 2015). A cultura possui origem africana foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos portugueses (FREIRE FILHO, 1988).

Atualmente a cultura vem se tornando atrativo para o agronegócio com cultivos em grandes lavouras, principalmente na safrinha, após o cultivo de soja, milho e arroz (FREIRE FILHO *et al.*, 2005; CRAVO *et al.,* 2009). Além disso, vem despertando o interesse dos médios e grandes produtores agrícolas em razão do desenvolvimento de cultivares com características que favorecem o cultivo mecanizado (TEIXEIRA *et al.,* 2010), que de acordo com dados da Embrapa (2008), as extensas áreas do Mato Grosso e Mato Grosso e demais regiões do sul e sudeste do Brasil tem se aproveitado destas características e movimentado o agronegócio brasileiro.

A produtividade média de feijão-caupi gira em torno de 300 a 400kg (ALMEIDA *et al.,* 2010, FREIRE FILHO *et al.*, 2011) sendo que a produção mundial em 2014, foi de aproximadamente 5,6 milhões de toneladas, produzidas em mais de 12,5 milhões de hectares, chegando a uma produtividade média de 446,60 kg/ha (FAOSTAT, 2015), superando o ano de 2013 que foi de 340 kg ha (CONAB, 2013). Há relatos que a cultura tenha disso introduzida no Pará por migrantes do nordeste brasileiro ocupando uma área de 29.000 ha (SANTOS e REBELLO, 2012). Mesmo com grande importância econômica no estado do Pará, o feijão-caupi ainda apresenta baixa produtividade quando comparado ao nordeste (SEDAP, 2015) resultante fatores técnicos, político, comercial e climático (REBELLO *et al.*, 2011).

Por possuir um ciclo curto e alto volume de solo explorado pelas raízes da cultura, a baixa disponibilidade de nutrientes no solo é um dos principais fatores limitantes de produtividade (OLIVEIRA, 2013). O fosforo desempenha importante

papel, pois participa da constituição do ATP e de enzimas, o seu déficit tem prejudicado o crescimento das plantas (KIMANI e DERERA, 2009), em solos amazônicos tem sido a principal limitação da cultura (VELOSO *et al.,* 2013). O nutriente é conhecido por melhorar o estado nutricional da leguminosa e melhorar a eficiência simbiótica com a bactéria rizobio que estimula a formação de nódulos que age diretamente no crescimento radicular e aéreo (ABDEL-WAHAB *et al.,* 1994; PASTORINI *et al.*, 2000).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo analisar o desenvolvimento do feijão-caupi sob a influência de diferentes dosagens de fósforo (P).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campus II da Universidade Federal do Pará, campus de Altamira em ambiente protegido, onde foram utilizadas sementes de Caupi (*Vigna unguiculata L.*). Os tratamentos foram conduzidos dentro de sacos de polietileno (11x20cm), utilizando solo característico de barranco, com a seguinte análise química:

Tabela 01 – Análise química do solo.

pH	**Ca +Mg**	**Ca**	**Mg**	**Al**	**H+Al**	**K**	**P**	**M.O**	**CTC**
H_2O	cmol/dm³				mg/dm³			(%)	
5,50	0,97	0,51	0,46	0,10	2,50	20,00	3,00	0,20	3,52

Fonte: Laboratório Zoofértil.

O experimento procedeu-se com duas sementes por saquinho de acordo com a literatura consultada aumentando a incidência de germinação. Foi feita a utilização de superfosfato simples, fertilizante encontrado de forma ampla no comercio, sua composição principal é $3Ca (H_2PO_4) 2H_2O + 7CaSO_4$ a partir de fosfatos naturais (apatitas e fosforitas) com ácido sulfúrico, sendo boa fonte de fósforo, cálcio e enxofre. A irrigação foi realizada manualmente nas primeiras horas do dia. O trabalho foi organizado com 60 plantas, sendo três tratamentos e duas repetições cada, sendo tratamento 01 (sem dosagem), tratamento 02 (2g), tratamento 03 (4g).

O prazo para se avaliar a germinação da cultura é de três a quatro dias segundo Aquino e Silva (1986), em razão disto, os parâmetros avaliados para as duas culturas

em cada planta foram: Altura da planta (AP); Comprimento Radicular (CR); Número de Folhas (NF); Diâmetro do Caule (DC); Peso da Matéria Fresca Aérea (PMFA); Peso da Matéria Fresca Radicular (PMFR), Peso da Matéria Seca Aérea (PMSA) e Peso da Matéria Seca Radicular (PMSR) a partir de 7 dias em campo.

Foram realizadas cinco coletas da altura da (PA) com intervalo de sete dias de uma coleta para a outra, no qual se verificou na quinta coleta além da altura, o diâmetro do coleto e número de folhas. Posteriormente ocorreu a retirada do experimento dos sacos de polietileno e realizou-se a limpeza das raízes, lavando-as em água corrente por várias vezes, garantindo por completo a remoção do solo.

Em laboratório, separou-se as plantas conforme o tratamento e repetição, em seguida mensuração de Comprimento Radicular (CR), com escalímetro. Para se obter o peso de matéria fresca aérea (PMFA) e peso de matéria fresca radicular (PMFR) primeiramente foi retirado a média dos sacos de papel (8,35g) onde seriam colocadas as amostras, sendo feitas através de uma balança eletrônica, ficando em estufa por 70ºC durante 72h. Os últimos parâmetros a serem analisados consistiram da obtenção da Peso da Matéria Seca Aérea (PMSA) e Peso da Matéria Seca Radicular (PMSR) levando em consideração a média do saco de papel. Ao todo foram 55 dias de avaliação, desde o semeio, germinação, desenvolvimento, retirada da cultura e análise em laboratório.

As análises estatísticas foram realizadas empregando-se os recursos do programa SISVAR (versão 5.6). Os dados foram submetidos previamente à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Os gráficos foram feitos usando o software SigmaPlot 10.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados a baixo para a variável altura, o tratamento de dose 4g apresentou diferença significativa (Figura 1).

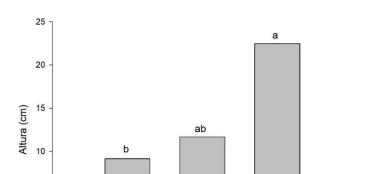



Figura 1 – Altura das plantas de *V. unguiculata*.

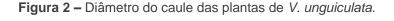
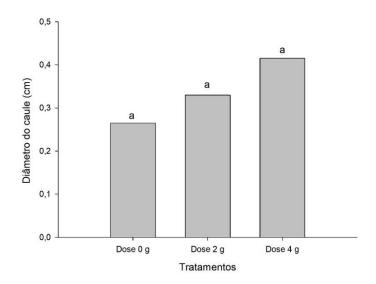
Quando as plantas apresentam respostas positivas para altura com adubação fosfata, reforça a teoria de que o nutriente desempenha papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e principalmente na fotossíntese (BONFIM-SILVA, 2014). Porém, Lima *et al.*, (2011) relata que elevadas doses de fosforo provocam efeito retrogrado, ou seja, reduzem o crescimento da planta, principalmente se tratando de área foliar e radicular, prejudicando diretamente a qualidade das mudas.

Silva *et al.* (2007) em um estudo feito com pinhão manso sob adubação de fosforo (P) em solo arenoso, identificou máxima eficiência física. Corroborado por Lima *et al.* (2011) que relata que crescimento máximo da cultura e elevação do diâmetro caulinar tendendo a ter maior vigor e destaque em campo.

Em estudos realizados por Moura Neto *et al.* (2007) e Freire *et al.* (2011) foi possível identificar que a aplicação de P elevou em 59, 31, 87 e 223 % a altura, o diâmetro caulinar, número de folhas, comprimento radicular e massa seca de pare aérea e de raiz. Lucena *et al.* (2000), compartilha destes resultados positivos onde obteve resultado positivo na ordem de 98 % sob dosagem 142,1 kg ha^1 de P_2O_5.

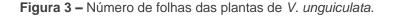
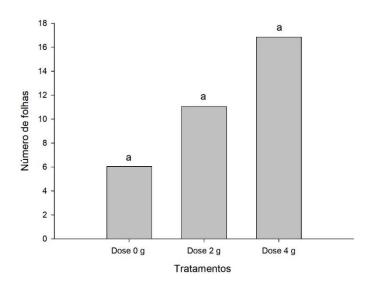
Segundo o trabalho de Coutinho *et al.* (2014) a altura máxima do feijão caupi foi perceptível nas doses de 200 kg ha^1 de P_2O_5, apresentando 26,86cm, a falta deste elemento pode ser um fator limitante para o desenvolvimento e crescimento da cultura.

Para variável Diâmetro do caule (Figura 2) os tratamentos aplicados nas plantas não apresentaram diferença ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 2 – Diâmetro do caule das plantas de *V. unguiculata*.

O crescimento de mudas está diretamente ligado ao diâmetro do coleto (SOUZA *et al.,* 2006) o que acarreta em bom desenvolvimento de pare aérea (GOMES; PAIVA, 2012). Estudos realizados por Vieira *et al.* (2006) e Viegas *et al.* (2007) com mudas de Paricá adubadas com doses de P_2O_5 apresentaram bons níveis para a variável diâmetro caulinar. Tal resultado positivo é corroborado por Mello et al. (2002), que constatou boa relação para diâmetro do colmo que acarretou em bom desenvolvimento de altura e produção de matéria seca de clones de capim elefante.

Coutinho e colaboradores (2014) afirmam que cada kg de P_2O_5 aplicada no sulco durante a semeadura do caupi conseguiu auxiliar no desenvolvimento do diâmetro do caule com um acréscimo de 0,00095 cm.

Para o parâmetro número de folhas, o tratamento de dose 4g apresentou maior número de folhas em relação aos demais tratamentos, no entanto, estaticamente não diferiram entre si (Figura 3).

Figura 3 – Número de folhas das plantas de *V. unguiculata*.

Plantas bem nutridas tendem a produzir maior número de folhas (SCHONINGER et al., 2015), sendo também influenciada pelas condições ambientais, como temperatura e luminosidade que auxilia diretamente na capacidade fotossintética (FAGUNDES *et al.,* 2006). A ausência de fosforo (P) causa efeito reverso, reduzindo a emissão de crescimento de folhas (GRANT *et al.*, 2001).

Deste modo, o desenvolvimento aéreo avaliado pelo número de folhas é influenciado pela quantidade de fosforo absorvido (ALVIM *et al.,* 2010). Harger *et al.* (2007) avaliando o e feito de duas fontes de fosforo para a cultura do milho obteve melhor desenvolvimento de limbo indicando melhor nutrição da planta associado a redução do efeito de competição solo/planta, uma vez que afixação do fosforo pelos coloides do solo ocorre de forma preferencial. Em contrapartida, Melo *et al.* (2007) não obteve resultados significativos para mudas de mamoeiro em diferentes doses de fosforo (P).

Oliveira *et al.* (2010) e um experimento feito com a cultura do rabanete em diferentes doses de fosforo identificou que doses de fosforo podem influenciar positivamente no número de folhas na dose de 202 mg/dm³. Resultados contrários para números de folhas foram obtidos por (PATÊS et al. 2007; LOPES *et al.* 2011), para o capim xaraés (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Xaraés) e para capim-tanzânia onde não houve influência direta para aplicação de doses de fósforo.

Para a variável de comprimento radicular não houve diferença estatística entre os tratamentos, significando que independente do tratamento não houve incremento no parâmetro de comprimento de raiz (Figura 4).

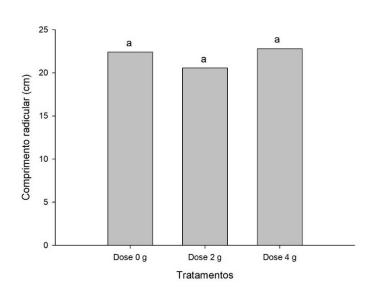



Figura 4 – Comprimento radicular das plantas de *V. unguiculata*.

Um estudo feito por Crusciol *et al.* (2005) para a cultura do arroz identificou maior crescimento de raiz e diâmetro caulinar com o aumento das doses de P. Alguns autores relatam que a deficiência deste nutriente tente a ocasionar baixo desenvolvimento radicular e consequentemente afeta a área foliar por completo, tal argumento é corroborado por Patês *et al.* (2008) que verificou que a ausência de fósforo afetou diretamente a produção de raízes do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia).

A coerência nestes argumentos se dá ao fato de que o nutriente (P) possui papel transportador de energia química (EPSTEIN BLOOM, 2004), além de favorecer a absorção de água e sais minerais aumentando a tolerância ao estresse hídrico (FALLIK E OKON 1996).

O tratamento de dose 4g é diferente da testemunha, apresentando maior teor de matéria seca área em relação aos demais tratamentos, mas estaticamente o tratamento 2g é igual aos tratamentos 0g e 4g (Figura 5).

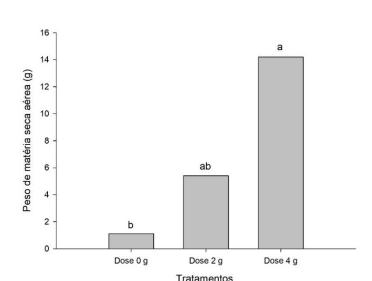



Figura 5 – Peso de matéria seca área das plantas de *V. unguiculata*.

De acordo com Gonçalves et al. 2008, a matéria seca é uma das características que melhor reflete a produção apresentando melhor parâmetro a ser considerado para determinar a qualidade de mudas. Observando teores de matéria seca de parte aérea, Martuscello *et al.* (2009), obteve que o aumento das doses de fosforo promoveu o aumento de matéria seca. Tais resultados também foram obtidos por Fernandes *et al*. (2007) ao avaliar o crescimento de Freijó, obtendo maior rendimento na produção de massa seca.

Para o parâmetro de Peso de Matéria Seca Radicular (PMSA), se observa que a dose 4g apresentou maior teor de matéria seca, sendo estaticamente diferente dos tratamentos 0g e 2g, sendo estes pelo teste de Tukey iguais entre si, não havendo diferença estatística.

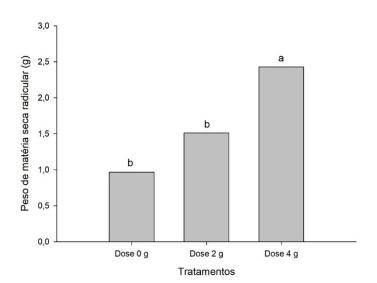



Figura 6 – Peso de matéria seca radicular das plantas de *V. unguiculata*.

Liu (2004) em um estudo feito com a acultura do milho obteve resultados significativos para massa seca de raiz sob adequação do suprimento de fosforo. Harger *et al.* (2007) estudando a mesma cultura também verificou alta produção de massa seca radicular conforme os incrementos das doses de fosforo.

Fernandes *et al.* (2000), ao testar respectivamente as doses 0, 150, 300 e 600 mg de P2O5 em mudas de paineira encontraram aos 180 dias maiores números de massa seca radicular na dose de 600 mg, enquanto que o jambolão e a aroeirinha não deram nenhuma resposta para as mesmas doses estudadas.

4. CONCLUSÃO

A adubação fosfatada teve influências significativas nos parâmetros de altura, peso da matéria seca aérea e peso da matéria seca radicular. O diâmetro do caule, o número de folhas e o comprimento radicular não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento 03, com a maior dosagem, demonstrou ser o mais eficiente para o Caupi e o recomendado para o desenvolvimento da cultura em campo.

REFERÊNCIAS

ABDEL-WAHAB, S.M.; HASSMAN, M.E.; ELWARRAKY, K.S.; SAFWAT, M.S.A. Evaluation of N2- fixation of faba bean, chickpea and lentil as affected by phosphorus fertilization. African Crop Science Journal, v.1, n.1 p.71-73, 1994.

ALMEIDA, A. L. G.; ALCÂNTARA ROSA, M. C. M.; NOBREGA, R. S. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.5, n.3, p.364-369, 2010.

ALVIM KRT *et al*. 2010. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. Ciência Rural. 40: 1017-1022.

AQUINO, S. F. F. DE; SILVA, J. F. DE A. F.; Vamos cultivar o caupi. Faculdade de Ciências Agrarias do Pará, Unidade de Apoio à extensão. Belém-PA, 1986.

BASTOS, V.J.; MELO, D.A.; ALVES, J.M.A.; UCHÔA, S.C.P.; SILVA, P.M.C.; TEIXEIRA JUNIOR, D.L. Avaliação da fixação biológica de nitrogênio em feijão-caupi submetido a diferentes manejos da vegetação natural na savana de Roraima. Revista Agro@mbiente On-line, v.6, n.2, p.133-139, 2012.

BONFIM-SILVA, E. M.; GUIMARÃES, S. L.; FARIAS, L. N.; OLIVEIRA, J. R.; BOSA, C. K.; FONTENELLI, J. V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. Bioscience Journal, Uberlandia, v.30, p. 1380-1388. 2014.

CONAB. Agricultura familiar. Conab 2009. Disponível em: www.conab.gov.br/conteudo.php?a=11 25&t=2, Acessado em: 15/06/2021.

COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JÚNIOR, M. L. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. Revista Agro@mbiente On-line, v. 8, n. 1, p. 66-73, 2014.

CRAVO, M.S.; SOUZA, B.D.L.; CUNHA, F.D.R. CAVALCANTE, E.S.; ALVES, J.M.A.; MARINHO, J.T.S.; VIEIRA JÚNIOR, J.R.; GONÇALVES, J.R.P.; FREITAS, A.C.R.; TOMAZETTI, M.A. Sistemas de cultivo. In: ZILLI, J.É.; VILARINHO, A.A.; ALVES, J.M.A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira. Embrapa Roraima, 2009. p.59-104.

CRUSCIOL C. A. C.; MAUAD M.; ALVAREZ, R. C. F.A.; LIMA E.V.; TIRITAN C.S. Doses de P e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. Bragantia. 2005; 64:643-9.

EPSTEIN E e BLOOM A. J (2004) Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2ª ed. Londrina, Planta. 402p.

FALLIK, E. e OKON, Y. (1996) - The response of maize (*Zea mays*) to *Azospirillum* inoculation in various types of soils in the field. World Journal of Microbiology and Biotechnology, vol. 12, n. 5, p. 511-515.

FAOSTAT. Production, Crops: Cow peas, dry. Roma: FAO, 2015. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 30 de maio de 2021.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.1, p.21-29, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100003

FERNANDES, F. A.; FURTIN NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FERNANDES, A. R. *et al.* Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e de zinco. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 599-608, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). O caupi no Brasil. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005 p. 28-92.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.D.; NOGUEIRA, M.S.R. *et al*. Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios. 1.ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011, 84 p.

FREIRE E. A, NASCIMENTO N. V e LIMA V. L. A (2011) Crescimento inicial do pinhão manso submetido à adubação fosfatada. Tecnologia & Ciências Agropecuária, 5:21-24.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa: Editora UFV, 2012. 116 p.

GONÇALVES, E. O. *et al.* Crescimento de mudas de angico-vermelho *(Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1029-1040, 2008.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J. E SHEPPARD, S.C. (2001) - A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Potafos-Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Informações Agronômicas, vol. 95, p. 1-5.

HARGER, N.; BRITO, O.R.; RALISCH, R.; ORTIZ, F.R. E WATANABE, T.S. (2007) - Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. S*emina:* Ciências Agrárias, vol. 28, n. 1, p.39-44.

KIMANI, J.M.; DERERA, J. Combining ability analysis across environments for some traits in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under low and high soil phosphorus conditions. Euphytica, v.166, n.1, p.1-13, 2009.

LIMA, C. J. G. S., OLIVEIRA, F. A., MEDEIROS, J. F., E OLIVEIRA, M. K. T. (2007). Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. Revista Verde, 2 (2), 79-86.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; GHEYI, H.R.; SOFIATTI, V. e ARRIEL, N.H.C. (2011) – Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento e teor de macronutrientes de mudas de pinhão-manso. Revista Ciência Agronômica, vol. 42, n. 4, p. 950-956.

LIU, Y. (2004) - Rhizosphere effect and root growth of two maize (Zea mays L.) genotypes with contrasting P efficiency at low P availability. Plant Science, vol.167, p. 217-223.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; QUEIROZ, D.S.; MUNIZ, J.A. Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.12, p.2658-2665, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001200007

LUCENA LFC *et al.* 2000. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 4: 334-337.

MANAF, H. H.; ZAYED, M. S. Productivity of cowpea as affected by salt stress in presence of endomycorrhizae and *Pseudomonas fluorescens*. Annals of Agricultural Science, v. 60, n. 2, p. 219-226, 2015.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; MOREIRA, L.M.; RUPPIN, R.F.; CUNHA, D.N.F.V. Níveis críticos de fósforo no solo e na parte aérea no estabelecimento de capim- elefante. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.10, p.1878-1885, 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001000004

MELO, A.S. DE; COSTA, C.X.; BRITO, M.E.B.; VIÉGAS, P.R.A. & SILVA JÚNIOR, C.D. (2007) – Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 2, n. 4, p. 257-261.

MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; FREITAS, E.V. Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.1, p.30-42, 2002. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000100004

MOURA NETO A, SILVA J. T. A, SILVA I. P e COSTA E. L (2007) Efeito da aplicação de diferentes doses de fósforo no Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L). In:

31º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Gramado. Anais, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. CD-ROM.

OLIVEIRA, F. R. A.; Oliveira, F.A.; MEDEIROS, J.F.; SOUSA, V.F.L. e FREIRE, A.G. (2010) – Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. Revista Ciência Agronômica, vol. 41, n. 4, p. 519-526.

OLIVEIRA, D.P. Adubação nitrogenada, inoculação com estirpes de rizóbios e tratamentos fungicidas de sementes em feijoeiro comum cv. *BR SMG Madrepérola.* 180f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

OLIVEIRA, R. L. L.; MOREIRA, A. R.; COSTA, A. V. A.; SOUZA, L. C. S.; LIMA, L. G. S.; SILVA, T. L. Modelos de determinação não destrutiva de área foliar de feijão caupi *Vigna unguiculata* (L.). Global Science Snd Technology, v. 8, n. 2, p. 17-27, 2015.

PASTORINI, L.H.; BACARIN, A.M.; LOPES, F.N.; LIMA, S.G.M. Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva. Revista Ceres, v.47, n.270, p.219-228, 2000.

PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C.; CARVALHO, G.G.P.; FREIRE, M.A.L. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800005

PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, A.C.; FONCÊCA, M.P.; VELOSO, C.M. Produção e valor nutritivo do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.11, p.1934-1939, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001100005

PEREIRA, T. S.; LIMA, M. D. R.; PAULA, L. S.; LOBATO, A. K. S. Tolerance to water deficit in cowpea populations resulting from breeding program: detection by gas exchange and chlorophyll fluorescence. Indian Journal of Plant Physiology, v. 21, n. 171-178, 2016.

REBELLO, F.K.; COSTA, A.J.G.; FIGUEIRO, C.L.M. Conjuntura da produção e comercialização do feijão caupi no Nordeste Paraense: safra 2010. Contexto Amazônico, v. 4, n. 18, p. 1-4, 2011.

SANTOS, M.A.S.; REBELLO, F.K. Perfil socioeconômico e tecnológico dos pequenos produtores de feijão-caupi do município de Primavera, Nordeste do Pará, Brasil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 5, p. 72-82, 2012.

SEDAP. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da pesca, 2015. Dados Agropecuários. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/>. Acesso em: 10 de Junho de 2017.

SCHONINGER, E. L.; LANGE, A.; MENEGON, T. G.; CAIONE, G. Grain yield of bean as affected by phosphorus and nitrogen rates. Agrarian. Dourados, 8, 387-398. 2015.

SILVA JTA, COSTA EL, SILVA IP & MOURA NETO A (2007) Adubação do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) com nitrogênio e fósforo. In: 4º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Varginha. Anais, UFLA. CD-ROM.

SOUZA, P. H. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 233-240, 2010.

TEIXEIRA, I.R.; SILVA, G.C.; RIBEIRA-OLIVEIRA, J.P.; SILVA, A.G.; PELÁ, A. Desempenho agronômico e quali-dade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 2, p. 300- 307, 2010.

VELOSO, C.C; SILVA, A.R; EL-HUSNY, J.C, SILVA. A; ROBERTO, B.& MARTINEZ, G.B. 2013. Resposta do feijão-caupi à adubação fosfatada e potássica em Latossolo amarelo do nordeste paraense. III CONAC (Congresso Nacional de feijão-caupi); Recife.

VIÉGAS, I. J. M. *et al.* Efeito da adubação NPK em plantas jovens de paricá. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 193).

VIEIRA, A. H et al. Crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 17 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 31).

CAPÍTULO 19

UTILIZAÇÃO DE AZOSPIRILLUM BRASILENSE E INSUMOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE AZEVÉM DESTINADO À COBERTURA VERDE

Anelisi Inchauspe de Oliveira
Agrônoma pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: anelisinchauspe@gmail.com

Gustavo Kruger Gonçalves
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Unidade: Santana do Livramento
E-mail: gustavo-goncalves@uergs.edu.br

Marco Aurélio Torres Rodrigues
Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Unidade: Santana do Livramento
E-mail: marco-rodrigues@uergs.edu.br

Jonathan Ernesto Costa Sarturi
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: jsarturi94@hotmail.com

Rodrigo de Moraes Galarza
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: rodrigodmgalarza@gmail.com

Henrique Vizzotto Caleffi
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: henriquecaleffi@hotmail.com

Vitor Birck
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: vitorbirck@hotmail.com

Paulo Elias Borges Rodrigues
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: paulo-rodrigues@uergs.edu.br

Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves
Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
E-mail: daianarng@gmail.com

Felipe Vianna Falcão
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: felipe-falcao@uergs.edu.br

RESUMO: O Argissolo é uma das principais classes de solo que ocorrem no município de Santana do Livramento. Estes solos se caracterizam pela textura arenosa, com baixa retenção hídrica, baixo teor de matéria orgânica e baixa disponibilidade de nutrientes. A utilização da adubação verde pode ser uma estratégia para promover melhoria física, química e biológica no solo. Dentre essas espécies, destaca-se o azevém (*Lollium mutiflorum*), que é largamente utilizado no Rio Grande do Sul. A adubação do solo é um dos fatores edafoclimáticos mais impactantes na produtividade desta forrageira. Em função do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de *Azospirillum brasilense* e insumos orgânicos na produção do azevém destinado à adubação verde. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 – Testemunha; T2 – *Azospirillum brasilense*; T3 - *Azospirillum brasilense* + Folhito@; T4 - *Azospirillum brasilense* + Folhito@ + remineralizador (mistura de basalto e granodiorito); T5 – *Azospirillum brasilense* + Folhito@ + remineralizador (mistura de basalto e granodiorito) + biofertilizante. O inoculante foi empregado na forma líquida, adicionado na linha de semeadura. O folhito@ e o remineralizador foram incorporados ao solo na camada de 0-20 cm. O biofertilizante foi aplicado via foliar em três épocas de desenvolvimento vegetativo. Foram quantificados peso de massa verde da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, peso de grãos e teores de nitrogênio foliar. As médias foram comparadas utilizando o teste Tukey a 5%. A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais insumos orgânicos utilizados resultou em maior produção de massa verde e seca total, quando comparada à utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha. Neste mesmo sentido, resultou também em maior concentração de N na parte aérea e em maior produção de grãos. Em relação à formação de uma cobertura verde com teores adequados de nitrogênio, é possível afirmar que a utilização de *Azospirillum brasilense* de forma combinada ou isolada com os demais insumos orgânicos demonstrou ser bastante eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilizantes; Biológicos; Produtividade; Nitrogênio.

USE OF *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AND ORGANIC INPUTS IN THE PRODUCTION OF RYEGRASS FOR GREEN MANURE

ABSTRACT: The Alfisol is one of the main soil classes that occur in Santana do Livramento, RS. These soils are characterized by sandy texture, with low water retention, low organic matter content and low nutrient availability. The use of green manure can be a strategy to promote physical, chemical and biological improvements in the soil. Among these species, ryegrass (*Lollium mutiflorum*) is widely used in Rio Grande do Sul. Soil fertilization is one of the most impacting edaphoclimatic factors on

the productivity of this forage. The objective of the work was to evaluate the use of Azospirillum brasilense and organic inputs in the production of ryegrass for green manure. The treatments were: T1 – Control; T2 – Azzospirillum brasiliense; T3 – Azospirillum brasiliense + Folhito@; T4 – Azospirillum brasiliense + Folhito@ + remineralizer (mixture of basalt and granodiorite); T5 - Azospirillum brasiliense + Folhito@ + remineralizer (mixture of basalt and granodiorite) + biofertilizer. The inoculant was used in liquid form, added to the sowing line. The Folhito@ and remineralizer were incorporated into the soil in the 0-20 cm. The biofertilizer was applied via the leaves in three periods of vegetative development. Green weight of shoot and root mass, dry weight of shoot and root, grain weight and leaf nitrogen contents were quantified. Means were compared using the 5 % Tukey test. The use of *Azospirillum brasilense* in combination with the other organic inputs resulted in higher total green and dry mass production, when compared to the use of *Azospirillum* alone and the control. In the same vein, it also resulted in higher N concentration in the shoot and higher grain yield. In relation the formation of a green cover with adequate nitrogen contents, it can be stated that the use of *Azospirillum brasilense* in combination or isolated with the other organic inputs proved to be very efficient.

KEYWORD: Fertilizer; Biological; Productivity; Nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

O município de Santana do Livramento (RS) apresenta solos oriundos de basalto e arenito. Dentre os solos basáltico, a classe de solo de maior representatividade é o Neossolo litólico que são comumente explorados através da pecuária familiar (STRECK *et al.*, 2008). As principais características destes solos são a deficiência hídrica, a pouca profundidade, a capacidade de armazenamento de água e alta suscetibilidade à erosão devido à baixa profundidade (EMBRAPA, 2018).

A classe de solo Argissolo é a mais representativa nos solos oriundos de arenito, onde observa-se uma maior densidade populacional, predominada pela exploração da pecuária e da agricultura em pequenas e médias propriedades. Os solos apresentam uma textura arenosa, com baixa fertilidade natural, baixos teores de matéria orgânica e alta suscetibilidade à erosão devido à desagregação de suas partículas (HOFF *et al.,* 2016).

Nas áreas onde predominam as formações areníticas, existe a necessidade de uma atenção especial com relação ao manejo, pois, são altamente friáveis, e muito sensíveis ao pisoteio e ao sobre pastoreio, sua utilização intensiva sem o emprego de práticas conservacionistas provoca a ocorrência de erosão (SUERTEGARAY; VERDUM, 2008).

Recomenda-se então, para os solos arenosos, que quando submetidos a cultivos anuais, devem ser empregadas as práticas de calagem, adubação, controle de erosão e sempre que possível, a incorporação de matéria orgânica com o intuito de aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC) e a retenção de água (PRIMAVESI, 2002).

Neste sentido, a adubação verde se apresenta como uma forma vantajosa de cobertura do solo. Atualmente, esta prática é empregada como cultivo entressafra ou entre linhas, com o intuito de proteger o solo de culturas em campos ou pomares. Quando bem escolhida, a adubação verde otimiza os resultados da adubação química, aumentando o vigor da cultura de interesse e pode reduzir a incidência de pragas e doenças, reduzindo os custos com adubação e controle químico (PRIMAVESI, 2002).

No Rio Grande do sul, especialmente na Fronteira Oeste, é comum o emprego do azevém (*Lollium multiflorum*), que além de servir como adubação verde, também

é empregado na alimentação animal, caracterizando-se como uma espécie de duplo propósito.

Para o azevém, o manejo de adubação e calagem pode ser definitivo para um bom estabelecimento de plantas. A calagem é realizada com o intuito do fornecimento de macronutrientes como Ca e Mg, além da redução da acidez do solo. Além disso, se faz necessária a adubação com os macronutrientes primários (N, P e K), que são exigidos em maiores quantidades e necessitam ser ofertados nas épocas de maior exigência da forrageira (GONÇALVES *et al.*, 2017).

Para Hungria (2011), atualmente, os adubos químicos são um dos principais insumos que aumentam o custo de produção do azevém, e as projeções indicam que haverá um aumento substancial no emprego destes nos próximos anos. Em função disso, torna-se necessária a utilização de insumos alternativos. Dentre esses, destacam-se a utilização da fixação biológica por *Azospirillum brasilense* e a utilização de outros insumos orgânicos como os adubos orgânicos, os remineralizadores e os biofertilizantes.

O *Azospirillum brasilense* é incluída no grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP). Estes microorganismos são capazes de colonizar a rizosfera, a filosfera e tecidos internos das plantas, realizando a fixação biológica por meio de associação. As BPCPs promovem o crescimento das plantas a partir da combinação de vários aspectos, como a fixação biológica de nitrogênio, a produção de fitohormônios (auxina, citocinina, giberelina e etileno), solubilização de fosfatos e por atuarem como agentes biológicos no controle de patógenos (HUNGRIA, 2011).

No que diz respeito à adubação orgânica, a cama de aviário se destaca, pois apresenta elevados teores de nutrientes. Segundo Oliveira (2001), o esterco de aves apresenta teores de nitrogênio (33,6 g kg^{-1}), fósforo (13,3 g kg^{-1}), potássio (19,2 g kg^{-1}) e cálcio (25,5 g kg^{-1}), superiores a outra fonte de adubo orgânico muito usada, o esterco de gado, que apresentou os teores: nitrogênio (15,8 g kg^{-1}), fósforo (1,9 g kg^{-1}), potássio (13,2 g kg^{-1}) e cálcio (18 g kg^{-1}).

O emprego de remineralizadores do solo (pó de rocha) também é muito importante para uma adubação mais eficiente. Conforme a Lei nº 12.890, de dezembro de 2013, o remineralizador é uma categoria de insumo à agricultura (BRASIL, 2013). Trata-se de material mineral que utilizado após sofrer redução por processos mecânicos, altera índices de fertilidade e promove a melhoria do solo. Os efeitos da aplicação dos remineralizadores na cultura variam de acordo com os minerais

presentes na sua composição, granulometria, tipo de solo, dose aplicada, forma de aplicação e espécie vegetal empregada (VAN STRAATEN, 2010; MARTINAZZO, 2016).

Para complementar a nutrição das plantas, muitas vezes se faz necessário o emprego de uma adubação de cobertura, a qual no modelo convencional é realizada com a aplicação de ureia. Os biofertilizantes líquidos podem suprir esta função, pois são produtos da fermentação aeróbia ou anaeróbia, de restos animais ou vegetais acrescidos de micronutrientes. Este tipo de insumo, além de incrementar nutrientes na parte aérea da planta, também atua como um defensivo natural por meio de dois fatores: pelo fortalecimento da parte aérea com macro e micronutrientes e; pela presença de microrganismos benéficos que impedem a proliferação de patógenos (FINATTO, 2013).

Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de *Azospirillum brasilense* e insumos orgânicos na produção de azevém destinado à cobertura verde.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade agrícola localizada em Santana do Livramento. As parcelas experimentais consistiram nas dimensões de 3m de largura x 2m de comprimento.

Durante a marcação das parcelas experimentais, foi retirada uma amostra de solo para caracterização físico-química do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização físico-química do solo.

MO	Argila	SMP	pH H_20	CTC_{pH7}	Ca	Mg	P	K	Saturação	
...g kg^{-1}...				.... $cmol_c dm^3$....			-mg dm^{3-}		Al %	V %
0,97	120	5,5	5,1	5,4	1,8	0,9	21,3	69	3,3	54

A calagem do solo, foi realizado um mês anteriormente a semeadura da cultivar de azevém BRS Ponteio sendo aplicado uma quantidade equivalente a 3,65 T ha^{-1}. O corretivo comercial utilizado foi o GEOX, cuja constituição apresenta o óxido de cálcio

(57 %) e óxido de magnésio (30 %) com PRNT de 167 %, sendo incorporado na camada arável de 0-20cm.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, onde foram avaliados os tratamentos presentes na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamentos
T1) Testemunha
T2) Azospirillum brasilense
T3) Azospirillum brasilense e Adubo Orgânico Folhito
T4) Azospirillum brasilense, Adubo Orgânico Folhito e Remineralizador
T5) Azospirillum brasilense, Adubo Orgânico Folhito, Remineralizador e Biofertilizante

Anteriormente, a semeadura do azevém, o adubo orgânico Folhito@ (Tabela 3) foi incorporado na camada superficial do solo (0-20cm) numa quantidade equivalente a 5000 kg ha^{-1}. Neste mesmo dia, foram aplicados os remineralizadores, os quais consistiram na aplicação conjunta equivalente a aplicação de 2500 kg ha de basalto e 2500 kg ha de granodiorito gnáissico.

Tabela 3 – Análise do composto orgânico Folhito®

pH	Teor de umidade	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
	%		------------------------ g kg^{-1} ------------------------					
9,0	42	17:1	344	19,69	12,44	29,70	49,63	7,27

O *Azospirillum brasilense* foi aplicado através da inoculação realizada no sulco da semeadura do azevém, utilizando o inoculante líquido de nome comercial AZ Total (Figura 2).

O biofertilizante utilizado foi o Supermagro, o qual foi aplicado 3 vezes ao longo do ciclo de desenvolvimento do azevém.

Em junho de 2019 foi feita a semeadura da Cultivar de Azevém BRS Ponteio. A densidade utilizada foi correspondente a 30 kg ha^{-1}, sendo adotado o espaçamento de 17 cm.

As variáveis resposta avaliadas no experimento foram as seguintes: a) produção de massa verde e seca da parte aérea; produção de massa verde e seca das raízes, concentração de nitrogênio no tecido foliar e produtividade de grãos.

A produção de massa verde da parte aérea foi estimada no final da fase de desenvolvimento vegetativo do azevém através de um corte realizado próxima a superfície do solo no interior de um quadrado de ferro de 0,25 m^2. Posteriormente, foram retiradas as raízes do solo. Posteriormente, foi realizada no Laboratório da UERGS a pesagem da massa verde da parte aérea e radicular. Em seguida, as amostras foram serão secas na estufa a 65°C até atingir o peso constante. A quantificação de nitrogênio na parte aérea foi realizada no Laboratório de Solos da UFPel. A produtividade de grãos realizada no estádio reprodutivo foram obtidas através da quantificação dos grãos no interior do quadrado de ferro mencionado anteriormente. No Laboratório da UERGS, os grãos coletados nas parcelas experimentais foram secados e pesados.

Os dados de massa verde e seca da parte aérea e radicular, concentração de nitrogênio na parte aérea e produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância e posteriormente a comparação de média pelo teste de Tukey a 5 %.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, observa-se a resposta da produção de massa verde e seca da parte aérea do azevém em função dos tratamentos utilizados. A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultaram em maior produção de massa verde e seca da parte áerea quando comparados a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha. Isso se deve provavelmente ao efeito do fornecimento do nitrogênio fixado pela bactéria *Azospirillum brasilense* associado a mineralização do nitrogênio orgânico presente no adubo orgânico Folhito@. Estima-se que 50 % do nitrogênio presente neste composto a base de cama de aviário são liberados no primeiro cultivo após a sua aplicação (CQFS RS/SC, 2016). Hungria (2011) explica que embora o nitrogênio constitua cerca de 78 % dos gases atmosféricos, os animais e plantas não conseguem utilizá-lo como nutriente devido à tripla ligação entre seus átomos. Entretanto, a enzima dinitrogenase, presente em alguns tipos de bactérias, rompe essa ligação e o reduz a amônia. Segundo a autora, a fixação biológica do nitrogênio ocorre pela

associação simbiótica de plantas com bactérias de diversos gêneros, conhecidas como rizóbios. Quando se trata da simbiose entre rizóbios e leguminosas, como a soja, é possível obter taxas superiores a 300 kg ha^{-1} de Nitrogênio ao ano, o que supre as necessidades da planta em sua totalidade. Porém, no caso do *Azospirillum brasilense*, apenas uma parte de suas necessidades é suprida pela fixação biológica.

Tabela 4 – Produção de massa verde e seca da parte aérea do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Massa Verde Aérea	Massa Seca Aérea
	-------------- kg ha^{-1-}------------	-------------- kg ha^{-1-}------------
Testemunha	8540 c	2713 c
Az.*	10087 b	3317 b
Az.+ Folh.*	10850 a	3653 a
Az.+Folh.+Rem.*	11073 a	3600 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	10720 a	3583 a

* Az. (*Azospirillum brasilense*);
**Az. +Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito@);
***Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito@+Remineralizador)
****Az.+Folh.+Rem.+BioFert. (*Azospirillum brasilense*+Folhito@+Remineralizador+Biofertilizante)

A utilização do *Azospirillum brasilense* de forma isolada ou combinada com os demais adubos orgânicos resultaram em maior produção de massa verde radicular e quando comparados a testemunha (Tabela 5). Isso demonstra que a bactéria *Azospirilum brasilense* estimulou a produção de raízes. O principal hormônio produzido por estirpes de *Azospirillum* é uma auxina, o ácido 3-indolacético (AIA) (CROZIER *et al.,* 1988), além de outros compostos indólicos. Também produzem citoquininas (CACCIARI *et al.*, 1989) e giberelinas (BOTTINI *et al.,* 1989). Tien et al. (1979), que verificaram que o ácido indol-acético, as giberlinas e citocininas são os componentes liberados pelo *Azospirillum brasilense*, estimulantes do crescimento das raízes. Por outro lado, a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma combinada apresentou maior produção de massa seca radicular em relação a sua utilização na forma isolada e a testemunha (Tabela 5).

Tabela 5 – Produção de massa verde e seca da parte radicular do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Massa Verde Radicular	Massa Seca Radicular
	-----------------kg ha^{-1-}------------	----------- kg ha^{-1-}------------
Testemunha	5639 b	2006 c
Az.*	6527 a	2556 b
Az.+ Folh.*	7213 a	3553 a
Az.+Folh.+Rem.*	6907 a	3443 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	6813 a	3323 a

* Az. (*Azospirillum brasilense*);
**Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito@);
***Az.+Folh.+Rem.(*Azospirillum brasilense*+Folhito@+Remineralizador)
****Az.+Folh.+Rem.+BioFert. (*Azospirillum brasilense*+Folhito@+Remineralizador+Biofertilizante)

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultaram em maior produção de massa verde e seca total quando comparados a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha (Tabela 6) Isso corrobora com os resultados semelhantes obtidos com a produção de massa verde e seca da parte aérea (Tabela 4), bem como a produção de massa seca radicular (Tabela 5). Demonstrando que as referidas produções se devem ao efeito combinado através do fornecimento do nitrogênio fixado pela bactéria *Azospirillum brasilense* associado a mineralização do nitrogênio orgânico presente no adubo orgânico Folhito@. A presença de remineralizadores e biofertilizantes não influenciaram nas produtividades da massa da parte aérea e radicular. No caso dos remineralizadores, isso se deve provavelmente, a lenta dissolução dos remineralizadores e as exigências imediatas de nutrientes para a absorção pelas plantas (LEONARDOS *et al.*, 2000). Já os biofertilizantes, apresentam baixas concentrações de nutrientes, sendo mais utilizados como protetores de ataque de pragas e doenças (KIEHL, 1985).

Tabela 6 – Produção de massa verde e seca total do azevém em função dos tratamentos utilizados.

Tratamentos	Massa Verde Total	Massa Seca Total
	-------------- kg ha^{-1-}------------	------------- kg ha^{-1-}------------
Testemunha	14179 c	4719 c
Az.*	16614 b	5873 b
Az.+ Folh.*	18063 a	7206 a
Az.+Folh.+Rem.*	17980 a	7043 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	17553 a	6906 a

* Az. (Azospirillum brasilense);
**Az.+Folh. (Azospirillum brasilense+Folhito@);
***Az.+Folh.+Rem. (Azospirillum brasilense+Folhito@+Remineralizador)
****Az.+Folh.+Rem.+BioFert. (Azospirillum brasilense+Folhito@+Remineralizador+Biofertilizante)

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultaram em maior concentração de nitrogênio na parte aérea quando comparados a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha (Tabela 7). Isso corrobora com os resultados semelhantes obtidos com a produção de massa verde e seca da parte aérea, bem como a produção de massa seca radicular. Isso se deve provavelmente ao efeito do fornecimento do nitrogênio fixado pela bactéria *Azospirillum brasilense* associado a mineralização do nitrogênio orgânico presente no adubo orgânico Folhito@, os quais promoveram maior absorção de nitrogênio quando comparadas a utilização isolada de *Azospirillum brasilense* e a testemunha. Com exceção da Testemunha, todos os tratamentos apresentaram de teor adequado de nitrogênio na parte aérea do azévem, onde recomenda-se 1,50 a 2,50 % (CQFS RS/SC, 2016). Isso demonstra que a utilização combinada do *Azospirillum brasilense* e do adubo orgânico Folhito@ irão promover a formação de cobertura verde, a qual irá ser reciclada para a próxima cultura em sucessão.

Tabela 7 – Concentração de N na parte aérea do azevém (%) em função dos tratamentos utilizados.

Tratamentos	Concentração de Nitrogênio na parte aérea
	-------------- %$^{-}$--------------
Testemunha	1,35 c
Az.*	2,10 b
Az.+ Folh.*	2,45 a
Az.+Folh.+Rem.*	2,40 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	2,40 a

* Az. (Azospirillum brasilense); Az. +Folh. (Azospirillum brasilense+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (Azospirillum brasilense+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert. (Azospirillum brasilense.

A utilização do Azospirillum brasilense de forma isolada ou combinada com os demais insumos orgânicos resultaram em maior produção de grãos quando comparados a testemunha (Tabela 8). Os resultados demonstraram que o acúmulo de nitrogênio na parte aérea observado a utilização de *Azospirillum brasilense* seja na forma isolada ou combinada foram direcionados para a formação de proteínas nos grãos quando comparada a testemunha.

Tabela 8 – Produtividade de grãos do azevém em função dos tratamentos utilizados.

Tratamentos	Produtividade de grãos
	-------------- kg ha^{-1-}--------------
Testemunha	186 b
Az.*	440 a
Az.+ Folh.*	472 a
Az.+Folh.+Rem.*	480 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	492 a

* Az. (*Azospirillum brasilense*); Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert. (*Azospirillum* brasilense).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais insumos orgânicos utilizados resultou em maior produção de massa verde e seca total, quando comparada à utilização do *Azospirillum* na forma isolada e a testemunha. Neste mesmo sentido, resultou também em maior concentração de N na parte aérea e em maior produção de grãos. No que tange à formação de uma cobertura verde com teores adequados de nitrogênio, é possível afirmar que a utilização de *Azospirillum brasilense* de forma combinada ou isolada com os demais adubos orgânicos demonstrou ser bastante eficiente.

REFERENCIAS

BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D.; PHARIS, R.P. Identification of gibberellins A1, A3 and iso-A3 in cultures of *Azospirillum lipoferum*, Plant Physiology, v.90, p.45-47, 1989.

CACCIARI, I.; LIPPI, D.; PIETROSANTI, T.; PIETROSANTI, W. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*, Plant and Soil, v.115, p.151-153, 1989.

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.

CROZIER, A.; ARRUDA, P.; JASMIM, J.M.; MONTEIRO, A.M.; SANDBERG, G. Analysis of indole-3-acetic acid and related indóis in culture medium from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense.* Applied and Environmental Microbiology, v.54, p.2833-2837, 1988.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 5a ed., Brasília: EMBRAPA Solos, 356p. 2018

FINATTO, J. et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. Revista Destaques Acadêmicos, v. 5, n. 4 - CETEC/UNIVATES, 2013.

GONÇALVES, G. K.; POZZEBON, N. L.; AGUER, J. L. T.; CALEFFI, H. V.; SARTURI, J. E.C.; MENDES, F. B.; GUEDES, K. S.; MENEZES, L. M.; KATAYAMA, R. S. Produtividade e qualidade nutricional da cultivar de azevém brs ponteio submetido a diferentes tipos de adubação. Rev. Cient. Rural, v. 19, n.1, 2017.

HOFF, R. *et al.* Caracterização de pó de rocha como remineralizador e corretor de solos para viticultura sustentável na Fronteira Oeste,RS, Brasil. SEPARATAS EMBRAPA, 2016.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: Inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica CERES, 492p. 1985.

LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.C.H.; ASSAD, M.L. Remineralization for sustainable agriculture: a tropical perspective from a brasilian viewpoint. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Dordrecht, v.56, p.3-9, 2000.

MARTINAZZO, R. Desenvolvimento de produto: Experiências da Embrapa Clima Temperado. Anais 3º congresso brasileiro de rochagem, 2016.

OLIVEIRA, F. L. Manejo orgânico da cultura do repolho (Brassica oleracea var. capitata): adubação orgânica, adubação verde e consorciação. Rio de Janeiro: UFRRJ. 87p. (Tese mestrado), 2001.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

STRECK, E. V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Emater/RS – UFRGS, 2008, 222p.

SUERTEGARAY, D. M. A e VERDUM, R. Desertification in the tropics. In: UNESCO. (Org.). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Paris: UNESCO Plubishing, v.1, p. 1-17., 2008.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). Applied and Environmental Microbiology, v.37, p.1016-1024, 1979.

TORRES, J. E. H. A pecuária familiar uma realidade pouco conhecida: estudo de caso sobre a caracterização e análise socioeconômica da pecuária familiar no município de Santana do Livramento/RS. UFRGS programa de pós-graduação em desenvolvimento rural – PGDR. Porto Alegre, RS, 2001.

VAN STRAATEN, P. Rochas e Minerais como Fertilizantes Alternativos na Agricultura: Uma Experiência Internacional. In: Agrominerais para o Brasil; Francisco Fernandes, Adão B. Luz e Zuleica C. Castilhos (Editores), CETEM/MCT, 2010.

CAPÍTULO 20

EFEITO RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO A BASE DE CAMA DE AVIÁRIO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NUTRICIONAL DO AZEVÉM

Jonathan Ernesto Costa Sarturi
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: jsarturi94@hotmail.com

Gustavo Kruger Gonçalves
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Unidade: Santana do Livramento
E-mail: gustavo-goncalves@uergs.edu.br

Henrique Vizzotto Caleffi
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: henriquecaleffi@hotmail.com

Leonardo de Melo Menezes
Doutor em Zooctenia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Unidade: Santana do Livramento
E-mail: leonardo-menezes@uergs.edu.br

Rodrigo de Moraes Galarza
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: rodrigodmgalarza@gmail.com

Anelisi Inchauspe de Oliveira
Agrônoma pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: anelisinchauspe@gmail.com

Paulo Elias Borges Rodrigues
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: paulo-rodrigues@uergs.edu.br

Marcus Vinicius Bentancur Fernandes
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: mvbf2@hotmail.com

Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves
Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
E-mail: daianarng@gmail.com

Felipe Vianna Falcão
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: felipe-falcao@uergs.edu.br

RESUMO: Os fatores edafológicos exercem papéis essenciais na implantação e no desenvolvimento das forrageiras de inverno. Dentre esses, destaca-se adubação do solo. Entretanto, o custo elevado dos fertilizantes químicos tem aumentando a utilização de adubos alternativos como é o caso dos adubos orgânicos. A utilização de adubos orgânicos em sistemas de produção em áreas de várzeas, onde se tem o cultivo do arroz irrigado associado ao cultivo do azevém no período outo-hibernal pode promover o incremento da matéria orgânica do solo e a reciclagem de nutrientes. Em função do exposto, foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar o efeito residual do composto orgânico no azevém em sucessão ao cultivo de arroz irrigado. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, onde os tratamentos consistiram do efeito residual de cinco doses de composto orgânico com base de cama de aviário equivalentes (0, 3000, 6000, 9000, 12000 kg ha^{-1}) no desenvolvimento do azevém. As variáveis respostas avaliadas foram a produção de massa verde, produção de massa seca, teor de nutrientes foliares e análise química do solo. A produção de massa verde e seca do azevém respondeu linearmente as doses de composto orgânico utilizados. Os teores de nitrogênio e de fósforo nas folhas no segundo corte foram influenciadas positivamente pela adição de compostos orgânicos. A fertilidade do solo foi beneficiada pela adição de composto orgânico. Conclui-se que o composto orgânico a base de cama de aviário apresenta um potencial para fertilizar os solos e substitui parcialmente ou integralmente os adubos químicos solúveis.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica; efeito residual; fertilidade do solo; sustentabilidade.

RESIDUAL EFFECT OF THE ORGANIC COMPOUND BASED POULTRY LITTER ON THE PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL QUALITY OF AZEVÉM

ABSTRACT: Edapologic factors play essential roles in the implantation and development of winter forages. Among these, there is soil fertilization. However, the high cost of chemical fertilizers has increased the use of alternative fertilizers such as organic fertilizers. The use of organic fertilizers in production systems in floodplain areas, where irrigated rice cultivation is associated with ryegrass cultivation in the outo-hibernal period can promote the increase of soil organic matter and nutrient recycling. Based on the above, an experiment was carried out to evaluate the residual effect of organic compound on ryegrass in succession to irrigated rice cultivation. A randomized complete block design with three replications was adopted, where the treatments consisted of the residual effect of five doses of equivalent poultry litter (0, 3000, 6000, 9000, 12000 kg ha^{-1}) in ryegrass development. The response variables evaluated were

green mass production, dry mass production, leaf nutrient content and chemical soil analysis. Green and dry mass production of ryegrass responded linearly to the doses of organic compound used. Nitrogen and phosphorus contents in leaves in the second cut were positively influenced by the addition of organic compounds. Soil fertility benefited from the addition of organic compost. It is concluded that the poultry litter organic compost has a potential to fertilize the soil and partially or completely replaces soluble chemical fertilizers.Keyword: fertilizer, biological, productivity, nitrogen.

KEYWORDS: Organic fertilization; Residual effect; Soil fertility; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum)* é uma forrageira exótica de inverno utilizada na entressafra do cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, servindo tanto como cobertura viva e morta e ainda sendo pastejado pelos animais formando o Sistema de Integração Lavoura Pecuária em áreas de várzeas.

Os fatores edafológicos exercem papéis essenciais na implantação e no desenvolvimento das forrageiras de inverno. Dentre esses, destaca-se adubação do solo. A adubação do solo constitui grande parte do investimento para a implantação de pastagens e, portanto, a utilização racional dos fertilizantes é de grande importância para a obtenção de elevada produtividade de forragem com bom valor nutritivo e para a redução dos custos de produção (LUZ *et al.,* 2004).

Os nutrientes mais exigidos pelo azevém são o nitrogênio, fósforo e potássio, os quais são fornecidos na maioria das propriedades agrícolas pela utilização dos adubos químicos convencionais como as formulações NPK na semeadura e nitrogênio em cobertura.

O custo elevado dos fertilizantes químicos tem aumentando a utilização de adubos alternativos como é o caso dos adubos orgânicos. Além disso, esses materiais são recomendados em sistemas agroecológicos, onde não é permitido a utilização de adubos solúveis (GLIESMANN; ROSEMEYER, 2010). Logo, esses materiais poderão ser utilizados também na adoção de sistemas produtivos orgânicos, exemplificando com a produção de carne a pasto ou de leite orgânico (FONSECA, 2000).

A disponibilidade de nutrientes para as plantas oriundo da utilização de adubos orgânicos são dependentes dos teores de nutrientes presentes e da taxa de liberação dos nutrientes presentes nos adubos, a qual tem efeito de dois cultivos sucessivos (KIEHL, 1985; CQFS RS/SC, 2016).

Em Santana do Livramento, os adubos orgânicos mais disponíveis para serem utilizados estão relacionados principalmente com a criação de ovinos e bovinos. Estes animais são criados geralmente na forma extensiva sendo necessário a coleta das fezes para a curtimento e aplicação do material.

Em propriedades agrícolas onde não existe a criação animal ou em propriedades em que a produção de adubos orgânicos não é suficiente para atender a demanda dos cultivos é necessário a obtenção comercial de adubos orgânicos. Nesse contexto, tem-se aumentado a utilização de um composto a base de cama de aviário. Este

composto apresenta maiores teores de nitrogênio, fósforo e potássio quando comparado ao esterco de ovinos e bovinos.

A utilização de adubos orgânicos em sistemas de produção em áreas de várzeas, onde se tem o cultivo do arroz irrigado associado ao cultivo do azevém no período outo-hibernal pode promover o incremento da matéria orgânica do solo e a reciclagem de nutrientes. Em função do exposto, torna-se necessário pesquisar o efeito imediato e residual dos adubos orgânicos nas culturas que integram este sistema de produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental da UERGS em Santana do Livramento, (30° 52' 38''S e 55° 25' 56''W).

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, onde foram testadas o efeito residual de cinco doses de composto orgânico com base de cama de aviário (0; 3000; 6000; 9000 e 12000 kg ha^{-1}). Estas doses foram aplicadas anteriormente ao cultivo de arroz irrigado, o qual foi conduzido na safra 2017/2018. Desta forma, foi avaliado o efeito residual deste composto orgânico no desenvolvimento do azevém, que é uma forrageira muito utilizada como cobertura de plantio direto em áreas de arroz e também na Integração Lavoura-Pecuária em áreas de várzea.

As parcelas experimentais apresentavam dimensões de 1m de largura x 1m de comprimento e 0,30m de profundidade.

As doses utilizadas dos adubos orgânicos seriam formuladas de acordo com a análise do solo (Tabela 1), do teor de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio do material orgânico (Tabela 2) e das recomendações para a cultura de arroz irrigado (CQFS-RS/SC, 2016). O composto orgânico utilizado foi constituído por 65 % de matéria seca, 1,97 % de N; 3,15 % de K_2O e 2,92 % de P_2O_5. Entretanto, a dose a ser utilizada superaria o custo do adubo orgânico em relação ao que seria gasto com a recomendação de adubação química para a aplicação no cultivo do arroz irrigado e da aplicação no azevém. A utilização de 6000 kg do composto orgânico Folhito se assemelha ao custo das adubações químicas. Logo, optou-se em definir as demais doses em intervalos relacionados a essa quantidade de composto orgânico.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do solo.

MO	Argila	SMP	pH H_20	CTC_{pH7}	Ca	Mg	P	K	Saturação	
...g kg^{-1}...				.... $cmol_c$ dm^3....			-mg dm^{3-}		Al %	V %
16,6	150	6,4	5,4	5,9	2,0	0,8	61	94	6,1	52

Tabela 2 – Análise do composto orgânico.

pH	Umidade	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
	%		------------------------ g kg^{-1} ------------------------					
9,0	42	17:1	344	19,69	12,44	29,70	49,63	7,27

Em maio de 2018 foi realizada a semeadura da cultivar de Azevém Comum. A densidade utilizada foi correspondente a 30 kg ha^{-1}, sendo adotado o espaçamento de 17 cm. A produção foi estimada em diferentes cortes através da utilização de um quadrado de ferro de 0,25 m^2, sendo adotado a altura de pré-pastejo de 20cm e altura de pós-pastejo de 8cm de altura, o qual foi medida através de uma régua. Após o corte, as amostras foram pesadas para obtenção da massa verde e posteriormente serão secas em estufa a 65°C obtendo-se a massa seca da forrageira. Posteriormente, foram enviadas ao Laboratório da UFPel para análise dos teores nutricionais. Anteriormente e posteriormente ao cultivo do azevém foram retiradas amostra de solos para a análise química. Os dados de massa verde e seca do azevém, teores nutricionais foliares e teores de nutrientes do solo foram submetidos à análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se a resposta da produção de massa verde do azevém ao composto orgânico em diferentes cortes. Em todos os corte analisados, a produção de massa verde do azevém respondeu linearmente as doses de composto orgânico utilizado. Isso se deve provavelmente a capacidade de liberação de nutrientes via mineralização do composto orgânico, tornando-lhe disponível para a absorção pelas plantas.

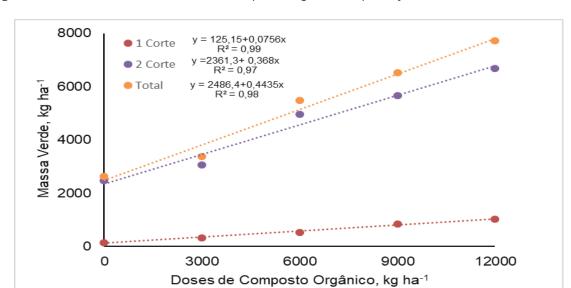



Figura 1 – Efeito residual das doses de composto orgânico na produção de massa verde do azevém.

A baixa produção de massa verde observada do azevém no experimento se deve as condições climáticas observadas ao longo do mesmo, a qual foi caracterizada por apresentar temperaturas frequentes inferiores a temperatura mínima base do azevém (7°C), (Tabela 3), o que segundo Mülleret *et al.* (2009), pode restringir o seu crescimento. Além disso, houve uma baixa frequência de radiação solar. Miguel et al. (2012), avaliando características morfológicas e bromatológicas da produção de azevém sob alta interceptação luminosa (95 %) e baixa interceptação luminosa (90 %) em pastejo rotacionado, verificaram que o azevém pastejado no momento em que a forragem atingiu a capacidade de 90 % de interceptação luminosa, no primeiro pastejo, resultou em uma proporção maior de lâminas foliares vivas e em expansão.

Tabela 3 - Dados climáticos, referente aos meses de condução do experimento, Santana do Livramento, RS.

	Temp.°C	Horas de Temp. Abaixo do ideal 7°C	Umidade (%)	Radiação (Kj/m²)	Chuva (mm)
Maio	15,47	65	81,05	284631,22	239,6
Junho	10,15	283	82,37	310901,47	43,6
Julho	11,13	210	83,48	281835,33	158,2
Agosto	11,19	212	81,14	759445,61	294,2
Setembro	16,8	10	81,25	495242,96	213
Outubro	17,38	11	73,61	673509,67	108,8

Fonte – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET- (2018). Modificado pelo Autor (2018).

Na Figura 2, observa-se que a produção de massa seca apresentou o mesmo comportamento da produção de massa verde do azevém em relação a sua resposta a utilização do composto orgânico. Isso se deve, aos fatores já mencionados anteriormente. Mioto (2015) observou uma produção de massa seca acumulada de 9572 kg ha^{-1} com a cultivar BRS Ponteio em condições climáticas favoráveis. Já Weiss (2018) observou uma produção de massa seca acumulada de 3088 kg ha^{-1} em 2017 com BRS Ponteio em condições climáticas desfavoráveis. Pelegrini *et al.* (2010) quantificaram uma produção total de massa seca de 2000 kg ha^{-1} com aplicação de 150 Kg N ha^{-1}. Freitas (2003) observou uma produção acumulada de 1800 kg há com aplicação de 100 Kg N ha^{-1}. Flores *et al.* (2008), que com 5 cortes encontraram produção de 5100 kg ha^{-1} para azevém cv. Comum do RS. COSTA (2014) quantificou uma produção de massa seca de 2420 kg ha^{-1} na cultivar Fepagro São Gabriel e de 2530 kg ha^{-1} na BRS Ponteio. GRALAK (2014) quantificou a produção de massa seca acumulada de 3200 kg ha^{-1}. Segundo Hodgson (1990), em gramíneas hibernais a MS não deve ser menor do que 1.500 kg ha^{-1} para não limitar o consumo dos animais.

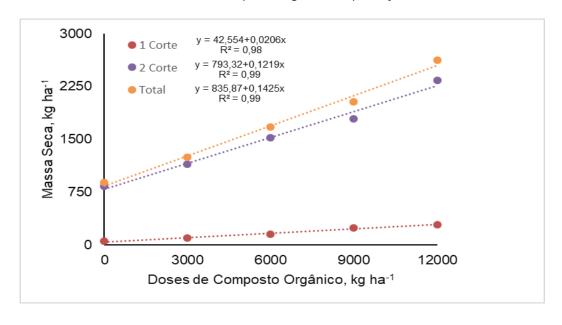



Figura 2 – Efeito residual das doses de composto orgânico na produção de massa seca do azevém

O efeito residual das doses de composto orgânico nos teores de nitrogênio apresentam comportamento diferenciado no primeiro e segundo corte (Figura 3).

Houve uma resposta linear dos teores de nitrogênio foliar em função das doses de composto orgânico no primeiro corte do azevém. A testemunha e a dose

equivalente a 3000 kg de composto orgânicos resultaram em teores de N foliar inferiores a 1,5 % de N. Os teores de N recomendados para a cultura de azevém está na faixa de 1,5 a 2,5% (CQFS-RS/SC, 2016). As folhas de azevém apresentaram sintomas de clorose, o que pode estar relacionado a imobilização de nitrogênio do solo para a decomposição da palhada de arroz irrigado. CARMONA *et al.* (2018) relataram que a palhada de arroz apresenta uma relação C/N alta, o que desfavorece a mineralização de nitrogênio, promovendo a deficiência do desenvolvimento inicial do azevém devido a deficiência de nitrogênio.

Os teores de nitrogênio foliar apresentaram uma resposta quadrática as doses de composto orgânico no segundo corte do azevém.

Os teores de nitrogênio foliar observados no segundo corte foram maiores em relação ao primeiro corte. Isso se deve as condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas após o primeiro corte, o que favoreceu o metabolismo das plantas e consequentemente uma maior absorção de nitrogênio observada no segundo corte.

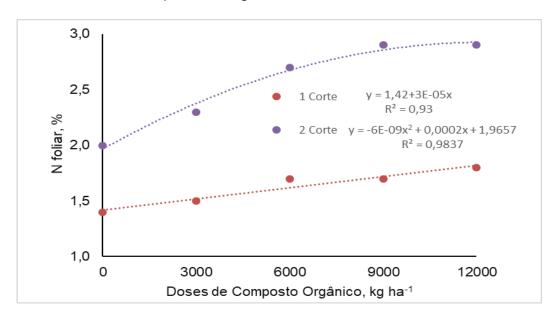



Figura 3 – Efeito residual das doses de composto orgânico nos teores de nitrogênio foliar após o primeiro e segundo corte do azevém

O efeito residual das doses de composto orgânico nos teores de fósforo foliar apresentam comportamento diferenciado no primeiro e segundo corte (Figura 4).

Não houve resposta dos teores de fósforo foliar em função das doses de composto orgânico no primeiro corte do azevém. Isso se deve, provavelmente, a

redução do desenvolvimento do azevém até o primeiro corte do azevém, ocasionando uma absorção de fósforo semelhante dentre as doses de composto orgânico adicionadas. Apesar disso, os teores de fósforo foliares observados encontram-se na faixa recomendada de 0,25 a 0,35 % para a cultura de azevém (CQFS-RS/SC, 2016).

Os teores de fósforo foliar apresentaram uma resposta quadrática as doses de composto orgânico no segundo corte do azevém. As condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas após o primeiro corte, favoreceram a mineralização do fósforo orgânico em inorgânico e também o metabolismo das plantas resultando numa maior absorção de fósforo no segundo corte de azevém. É importante salientar que mesmo o local do experimento ter demonstrado que o solo se encontrava na classe alta de fósforo, houve resposta ao efeito residual do composto orgânico até 9000 kg ha^{-1}.

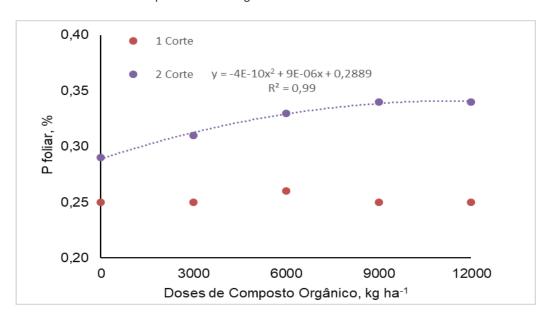



Figura 4 – Efeito residual das doses de composto orgânico nos teores de fósforo foliar após o primeiro e o segundo corte do azevém.

O efeito residual das doses de composto orgânico nos teores de potássio foliar apresentam comportamento semelhante no primeiro e segundo corte (Figura 5).

Não houve resposta dos teores de potássio foliar em função das doses de composto orgânico nas épocas de corte do azevém. Isso se deve, ao elemento potássio ser disponibilizado totalmente no primeiro cultivo, que neste experimento foi para a cultura de arroz irrigado. O potássio diferentemente, do nitrogênio e do fósforo não necessita ser mineralizado para ser disponibilizado para as culturas. Apesar

disso, os teores de potássio foliares observados encontram-se na faixa recomendada de 2,0 a 2,5 % para a cultura de azevém (CQFS-RS/SC, 2016). Isso pode ser justificado pela análise de potássio no solo, o qual demonstrou que o mesmo estava classificado na classe alta.

Os teores de potássio foliar foram maiores no segundo corte do azevém. Entretanto, isso não esteve associado ao composto orgânico, já que o mesmo não apresenta efeito residual em relação a esse elemento químico. O maior acúmulo de potássio no segundo corte, se deve as condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas após o primeiro corte, as quais favoreceram a absorção de potássio inorgânico do solo.

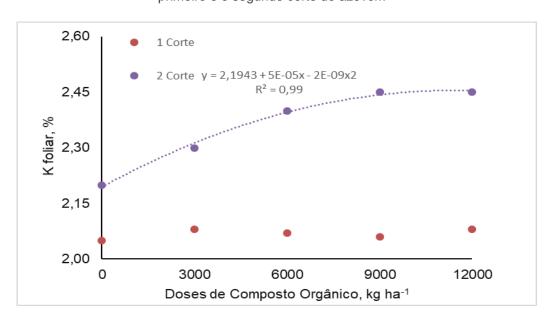



Figura 5 – Efeito residual das doses de composto orgânico nos teores de potássio foliar após o primeiro e o segundo corte do azevém

A adição de composto orgânico promoveu alterações nas características físico-químicas do solo (Tabela 4). Houve elevação nos teores de pH em água do solo em todo o período experimental. Isso se deve provavelmente a complexação do alumínio tóxico, o que elimina a hidrólise do alumínio trocável, o qual libera hidrogênios na solução do solo (MEURER, 2006). Whalen *et al.* (2000) constataram aumento do pH do solo com a aplicação de composto orgânico, devido ao tamponamento da acidez por carbonatos e bicarbonatos, o que poderia ser outra aplicação para elevação do pH em água.

A adição de composto orgânico promoveu aumento no teor de matéria orgânica do solo (Tabela 4). Isso se deve ao efeito da humificação do composto orgânico adicionado ao solo. Segundo Brady (1989) embora certa fração da matéria orgânica dos compostos orgânicos seja decomposta e liberada em curto período após sua aplicação, outra fração é transformada em húmus, que é mais estável; sob esta forma, os elementos são liberados lentamente. Assim, os componentes do composto orgânico, convertidos em húmus, exercerão influência nos solos, de maneira persistente e duradoura.

Oliveira *et al.* (2014) relataram o efeito de diversos compostos orgânicos no aumento do teor de matéria orgânica do solo. Brito et al. (2005) observaram maiores aumentos no teor de matéria orgânica do solo, quando adubado com esterco ovino. Aumentos lineares nos teores de MO também foram observados por Parizotto; Pandolfo (2009) e Cardoso *et al.* (2011) também observaram aumento linear da MO com doses de compostos orgânicos em alface.

A adição de composto orgânico influenciou nos teores de fósforo ao longo do período experimental (Tabela 4). A mineralização do fósforo orgânico durante o primeiro cultivo promoveu um maior acúmulo de fósforo após o cultivo do arroz irrigado quando comparado antes da aplicação do composto orgânico. De acordo com a (CQFS, 2016) em torno de 80 % do composto orgânico a base de cama de aviário é disponível para as plantas no primeiro cultivo (¨efeito imediato do composto orgânico¨). Além da mineralização do fósforo orgânico, a decomposição do material orgânico resulta na formação de ácidos orgânicos que competem pelos sítios de adsorção com o fosfato, o que consequentemente aumenta a disponibilidade do elemento (MCDOWELL; SHARPLEY, 2001; ANDRADE *et al.,* 2003; BUENO *et al.,* 2011). Diversos autores têm relatado aumento dos níveis de P disponível com a adição de resíduos orgânicos (ABREU JUNIOR; MURAOKA; OLIVEIRA, 2002; MARQUES *et al.,* 2007; BUENO *et al.,* 2011).

Os teores de fósforo no solo decresceram após o cultivo do azevém quando comparados aos teores de fósforo após o cultivo de arroz (Tabela 4). De acordo com a (CQFS, 2016), apenas 20 % do composto orgânico aplicado fica disponível para o segundo cultivo (efeito residual do composto orgânico). Assim é provável, que o azevem tenha absorvido todo o fósforo oriundo da mineralização do efeito residual e alguma quantidade do fósforo inorgânico do solo.

A adição de composto orgânico influenciou nos teores de potássio ao longo do período experimental. De acordo com a (CQFS, 2016) em torno de 100 % do potássio presente no composto orgânico a base de cama de aviário é disponível para as plantas no primeiro cultivo (¨efeito imediato do composto orgânico¨). Barral *et al.* (2011) constataram aumento no teor de potássio no solo com o aumento das doses de composto de lixo urbano. Parizotto & Pandolfo (2009) também observaram aumento do K+ em solo cultivado com alface adubada com composto produzido de dejetos suínos.

Observou-se que os teores de potássio no solo antes e após o cultivo do arroz apresentaram teores iguais de potássio no solo (94 mg L^{-1}). Isso se deve a absorção integral do potássio do composto orgânico pelo cultivo de arroz irrigado. Já após o cultivo do azevém, os teores de potássio no solo foram inferiores (85 mg L^{-1}) ao teores após o cultivo de arroz. De acordo com a (CQFS-RS/SC, 2016) não existe efeito residual do potássio oriundo do composto orgânico. Então é provável, que o azevém tenha absorvido o potássio inorgânico do solo, reduzindo os teores de potássio para 85 mg L^{-1}.

As cargas negativas da matéria orgânica do solo promovem maior retenção dos cátions formadores da CTC do solo. A matéria orgânica do solo juntamente com os argilominerais são as principais fontes de cargas negativas do solo, devido principalmente a desprotonação de hidrogênios dos grupos carboxílicos e fenólicos presentes nos componentes da matéria orgânica do solo (biomoléculas, substâncias húmicas e ácidos fúlvicos).

Quanto à importância da matéria orgânica no pH do solo, segundo Raij (1991) a alteração deste pela aplicação de resíduos orgânicos, está relacionada com aspectos como o alto poder tampão do material orgânico; a possível neutralização de Al; o efeito da saturação de bases, estimulando a manutenção ou a formação de certas bases permutáveis, como Ca, Mg, K e Na, contribuindo para a redução da acidez e uma relação positiva com a capacidade de troca catiônica. Aumentos lineares nos teores de MO, Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis, saturação de bases e CTC do solo foram observados por Cardoso et al. (2011) estudando a aplicação de doses do composto orgânico comercial (Biomix®) em plantas de alface.

A adição de composto orgânico promoveu aumentou na saturação de base ao longo do período experimental. Isso se deve provavelmente, a liberação de cálcio e magnésio presente no composto orgânico e principalmente pela complexação do

alumínio tóxico pelos grupos funcionais da matéria orgânica. Isso pode ser comprovado pela eliminação do alumínio tóxico, ou seja, nulidade da saturação de alumínio. Brito *et al.* (2005) observaram maiores aumentos no teor de Ca^{2+} trocável, MO e CTC do solo, quando adubado com esterco ovino.

Tabela 4 – Caracterização físico-química do Argissolo Vermelho antes e após o cultivo de arroz e de azevém com a aplicação de 6000 kg de composto orgânico.

Tratamentos	pH H_2O	M.O.	P	K	CTCpH7	V	Sat. Al
		--% --	----- mg L^{-1}----		$cmol_c kg^{-1}$	%	%
Antes	5,4	1,66	61	94	5,7	52	6,1
Pós Arroz	5,6	1,75	85	94	7,4	60	0,0
Pós Az.	5,8	1,85	80	85	7,6	62	0,0

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação orgânica utilizando composto de cama de aviário apresentou um efeito residual no segundo cultivo, suprindo as necessidades nutricionais de nitrogênio e fósforo da cultura do azevém. Consequentemente, houve estímulo à produção de massa verde e seca. Conclui-se, que esse material pode ser uma fonte alternativa na produção do azevém, podendo reduzindo os custos de produção.

REFERENCIAS

ABREU JUNIOR, C.H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F.C. Carbono, nitrogenio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. Revista Brasileira de Ciência do solo, Viçosa, v. 26, p. 769-780, 2002.

ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E.S.; ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, p. 1003-1011, 2003.

BARRAL, M. T.; PARADELO, R.; DOMINGUEZ, M.; DÍAZ-FIERROS, F. Nutrient release dynamics in soils amended with municipal solid waste compost in laboratory incubations. Compost Science & Utilization, v.19, p.235-243, 2011.

BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.

BUENO, J.R.P.; BERTON, R.S.; SILVEIRA, A.P.D.; CHIBA, M.K.; ANDRADE, C.A.; DE MARIA, I.C. Chemical and microbiological attributes of an oxisol treatedwith successive applications of sewage sludge, Revista Brasileira de Ciência do solo, Viçosa, v. 35; p. 1461-1470, 2011.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférrico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. Semina: Ciências Agrárias, v.26, p.33-40, 2005.

CARDOSO, A. I. I.; FERREIRA, K. P.; VIEIRA JUNIOR, R. M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. Horticultura Brasileira, v.29, p.594-599, 2011.

CARMONA, F. de C. et al. Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira. / Felipe de Campos Carmona e outros. -- Porto Alegre: edição dos autores, 2018. 160p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. ed. 10. f.177 Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. ed. 11.p.376. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2016.

COSTA, N. L.; DESCHAMPS, C.; MORAES, A. Estrutura da pastagem, fotossíntese e produtividade de gramíneas forrageiras. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 21, Ed. 208, Art. 1387, 2012.

FLORES, A. R.; DALL`AGNOL, M.; NABINGER, CARLOS; MONTARDO, D. P. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.7, p.1168-1175, 2008.

FREITAS, T.M.S. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (Lolium multiflorum Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. 2003. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GLIESSMAN, S.R.; ROSEMEYER, M. The conversion to sustainable agriculture: principles, processes, and practices. Boca Raton: CRC Press, 2010.

GRALAK, E., de MORAES A., LUSTOSA, S. B. C., MARTINIVHEN, D., GALBEIRO, S., & da SILVA, G. T. (2014). Produção de forrageiras anuais de inverno sob densidades de semeadura. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 20(1/2), 77-83.

HODGSON, J. Grazing management: science into pratice. London: Longman Scientific & Techinical, 1990. 203p.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica CERES, 492p. 1985.

LUZ, P. H. C. et al. Uso da calagem na recuperação e manutenção da produtividade das pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds) Fertilidade do solo para pastagens produtivas. Piracicaba: FEALQ, 2004.

MARQUES, M.O.; BELLINGIERRI, P.A.; MARQUES, T.A.; NOGUEIRA, T.A.R. Qualidade e produtividade de cana-de-açúcar cultivada em solo com doses crescentes de lodo de esgoto. Bioscience Journal, v. 23, p. 111-122, 2007.

MEURER, E.J., ed. Fundamentos de química do solo. 3.ed. Porto Alegre, Evangraf, 2006. 285p.

MCDOWELL, R.W.; SHRPLEY, A.N. Phosphorus losses in subsurface flow beforeand after manure application to intensively farmed land. Science of the Total Environment, Amsterdam, v. 278, p. 113-125, 2001.

MIGUEL, M. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; CRESTANI, S.; RAMOS, F. da R.; GENRO, T. C. M. Pasture characteristics of Italian ryegrass and milf production under different management strategies. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n. 6, p. 863-868, jun. 2012.

MIOTO, D.F. Produção de forragem e qualidade nutricional de cultivares diploides e tetraploides de azevem anual. 2015, 37f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2015.

MORAES *et al.* Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA

PALHA, 9., 2004, Chapecó, SC. Anais... Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. 120p. p.19-22.

MÜLLERET, L. *et al.* Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diploides e tetraploides de azevém. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009.

OLIVEIRA, L.B. de 1; ACCIOLY, A..M.A.; SANTOS, L. R.; FLORES, R.A.; BARBOSA, F.S.; FLORES, R.A.; BARBOSA, F.S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.2, p.157–164, 2014.

PARIZOTTO, C.; PANDOLFO, C. M. Produção orgânica de alface e atributos de solo pela aplicação de composto de dejetos de suínos. Revista Brasileira de Agroecologia, v.4, p.195-199, 2009.

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PENTEADO, S.R. Manual Prático de Agricultura Orgânica. Campinas (SP):. Via Orgânica, 1. Ed. 213p. 2007.

RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 1981. 420p.

WEISS, A.C.; TERNUS, R.M.; CAVALCANTE, J.A.; PHILLIPI, E.; FOLQUINI, P.S. Desempenho de cultivares de azevém anual submetida a diferentes épocas de corte. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO. 2018. Anais... SC, 2018. p. 1-3.

WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, G.W. & CAREFOOT, J.P. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 64:962-966, 2000.

CAPÍTULO 21

UTILIZAÇÃO DO *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* E COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

Henrique Vizzotto Caleffi
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: henriquecaleffi@hotmail.com

Gustavo Kruger Gonçalves
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Unidade: Santana do Livramento
E-mail: gustavo-goncalves@uergs.edu.br

Meline Schüller
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: meline-schuller@uergs.edu.br

Marco Aurélio Torres Rodrigues
Mestre em Ensino de Física da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Unidade: Santana do Livramento
E-mail: marco-rodrigues@uergs.edu.br

Eduardo Vargas Camargo da Rosa
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: eduardo-rosa@uergs.edu.br

Paulo Elias Borges Rodrigues
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: paulo-rodrigues@uergs.edu.br

Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves
Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
E-mail: daianarng@gmail.com

Rodrigo de Moraes Galarza
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: rodrigodmgalarza@gmail.com

Vitor Birck
Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: vitorbirck@hotmail.com

Anelisi Inchauspe de Oliveira
Agrônoma pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: anelisinchauspe@gmail.com

Ruben Fernando de Lara
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)
E-mail: rbn.lara@gmail.com

RESUMO: O nitrogênio é o nutriente que a planta de arroz mais exige para o seu desenvolvimento. A principal fonte nitrogenada utilizada para suprir o fornecimento de N são os fertilizantes minerais. Entretanto, o aumento do custo dos fertilizantes nitrogenados e a preocupação com os riscos ambientais advindos do seu uso podem ser evitados com a adoção de insumos orgânicos alternativos eficazes para reduzir ou eliminar o uso de fontes nitrogenadas minerais. Dentre esses insumos, destaca-se a utilização da fixação biológica através do *Azospirillum brasilense* e de adubo orgânico. Em função do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de *Azospirillum brasilense* e composto orgânico a base de cama de aviário na produtividade da cultivar de arroz IRGA 424 RI. O experimento foi um fatorial 2 x 2, os quais consistiram dos seguintes fatores e níveis, respectivamente: a) Fator Inoculante: sem inoculação, com inoculação; b) Fator Composto Orgânico (equivalente em T ha^{-1}): 0 e 5. Foi utilizado o sistema convencional em semeadura de solo seco, com o preparo do solo e com a incorporação do composto orgânico Folhito® na camada de 0-0,2m sendo realizado anteriormente a inoculação e a semeadura. O inoculante líquido foi adicionado as sementes, antes da semeadura. As características avaliadas foram as seguintes: concentração de N, índice relativo de clorofila, massa seca da parte radicular, número de panículas por m^2, número de grãos por panícula, peso de 1000 grãos, produtividade de grãos. Os resultados demonstraram que tanto na ausência como na presença do composto orgânico, a utilização do *Azospirillum brasilense* resultou em maior teor de N, IRC, peso de massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos em relação a ausência de *Azospirillum brasilense*; e que tanto na ausência como na presença do *Azospirillum brasilense*, a utilização do composto orgânico resultou em maior teor de N, IRC, peso de massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos em relação a ausência de inoculação. Conclui-se que a combinação do *Azospirillum brasilense* com o composto orgânico foi o mais eficiente e o mais lucrativo quando comparado aos demais tratamento, sendo o mais indicado para ser utilizado objetivando reduzir os custos com a adubação nitrogenada tradicional.

PALAVRAS-CHAVE: Insumos; Alternativos; Biológicos; Nitrogênio; Produtividade.

USE OF *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AND ORGANIC COMPOUND IN THE PRODUCTION OF IRRIGATED RICE

ABSTRACT: Nitrogen is the nutrient that the rice plant requires most for its development. The main nitrogen source used to supply N is mineral fertilizers. The increase in the cost of nitrogen fertilizers and the concern with the environmental risks arising from their use can be avoided with the adoption of effective alternative organic inputs to reduce or eliminate the use of mineral nitrogen sources. Among these inputs, the use of biological fixation through *Azospirillum brasilense* and organic fertilizer stands out. The objective of this work was to evaluate the use of *Azospirillum brasilense* and organic compost on the productivity of rice cultivar. The experiment was a 2 x 2 factorial, which consisted of the following factors and levels, respectively: a) Inoculating Factor: without inoculation, with inoculation; b) Organic Compost Factor (equivalent in T ha^{-1}): 0 and 5. The conventional system was used in seeding dry soil, with soil preparation and incorporation of the organic compost Folhito® in the 0-0.2m layer, before inoculation and seeding were performed. The liquid inoculant was added to the seeds, before seeding. The characteristics evaluated were the following: N concentration, chlorophyll relative index, root dry mass, number of panicles per m^2, number of grains per panicle, 1000 grain weight, grain yield. The results showed that in the absence and in the presence of organic compost, the use of *Azospirillum brasilense* resulted in higher N content, IRC, higher root dry mass weight, number of panicles, grains per panicle, 1000 grain weight and grain yield in relation to the absence of *Azospirillum brasilense*; and that in the absence and in the presence of *Azospirillum brasilense*, the use of organic compost resulted in higher N content, IRC, root dry mass weight, number of panicles, grains per panicle, 1000 grain weight and grain yield in relation to the absence of inoculation. It is concluded that the combination of *Azospirillum brasilense* with organic compost was the most efficient and the most lucrative when compared to the other treatments, being the most indicated to be used in order to reduce costs with traditional nitrogen fertilization.

KEYWORD: Inputs; Alternative; Biological; Nitrogen; Productivity.

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) representa mais de 50 % da alimentação mundial; Aproximadamente 75 % dos 157 milhões de hectares de cultivo no planeta são cultivados em solos alagados (IRRI, 2021).

O arroz é um dos cereais de maior importância social e econômica no Brasil, sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) o responsável por mais da metade da produção brasileira. Segundo dados do IRGA (2021), na safra 2020/21 foram colhidos 8.523.429 T de arroz em uma área de 945,971 ha com produtividade média de 9010 kg ha^{-1}.

A planta de arroz é bastante exigente em nutrientes, sendo necessário que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade. O nitrogênio (N) é o nutriente que a planta de arroz mais exige para o seu desenvolvimento. O N é componente da clorofila, aumenta a área foliar da planta, a qual aumenta a eficiência de intercepção da radiação solar e a taxa fotossintética e, consequentemente, a produtividade de grãos (FAGERIA; BELIGAR, 2005).

As principais fontes de N para a cultura de arroz irrigado são a mineralização da matéria orgânica, a síntese industrial ou a fixação biológica de N (SCIVITTARO; MACHADO, 2004).

Na lavoura de arroz irrigado por inundação, no RS, a aplicação de fertilizantes nitrogenados é importante para o aumento da produtividade da cultura, sendo que o estabelecimento da dose de nitrogênio se baseia no teor de matéria orgânica (MO) do solo (CQFS, 2016). Entretanto, o aumento do custo dos fertilizantes nitrogenados, que impacta diretamente a rentabilidade da orizicultura, e a preocupação com os riscos ambientais advindos do seu uso podem ser evitados com a adoção de técnicas eficazes para reduzir ou eliminar o uso de fontes nitrogenadas minerais (MATTOS *et al.*, 2017).

Segundo Döbereiner *et al.* (1976), a fixação biológica do N pelas bactérias do gênero *Azospirillum* em associação com gramíneas podem contribuir com o fornecimento de parte das necessidades das plantas por este nutriente, se destacando com bom potencial para a utilização na cultura. Do mesmo modo, Fancelli (2010) relata que no Brasil, a inoculação de sementes com bactérias diazotróficas pode gerar ao agricultor uma economia de 30 a 50 kg ha^{-1} de N na forma de adubo mineral.

As bactérias do gênero *Azospirillum* vivem na rizosfera e são consideradas endofíticas, pois se instalam no interior das raízes das plantas (KUSS, 2006).

As bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* são consideradas rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (PGPR) de forma direta ou indireta. A promoção direta envolve a produção de compostos para nutrir as plantas ou facilitar a entrada de certos nutrientes do ambiente para as plantas (KUSS, 2006).

O principais mecanismo de ação direta são a fixação biológica de N, que consiste na transformação do N atmosférico (N_2) em NH_3 (amônia) pelas bactérias. Esse processo fornecem compostos nitrogenados diretamente as plantas por meio de associações, ou quando os organismos morrem e liberam os nutrientes para o ambiente, fornecendo o N necessário para o desenvolvimento vegetal (LINDERMANN; GLOVER, 2003).

Outro mecanismo de ação direta é a produção de fitohormônios ou reguladores de crescimento vegetal. Esses PGRS são substâncias orgânicas que, sob concentrações baixas influenciam nos processos fisiológicos das plantas. Dentre esses PGRS destacam-se as auxinas, giberelinas e etileno.

A presença de auxinas determina aumenta no comprimento de raízes e do número de pelos e raízes laterais. A mais importante auxina produzida pelas bactérias *Azospirillum* é o ácido 3-indolacético (AIA). As alterações radiculares detectadas podem explicar a melhor absorção de nutrientes às plantas (DOBBELAERE *et al.*, 2003).

A resposta das plantas a diferentes formas de estresses, inclusive infecções fitopatogências, envolve a produção endógena de etileno. Quando as células vegetais percebem as moléculas de etileno, desencadeias respostas ao processo de infecção, levando a senescência as células próximas aos sítios de produção de etileno, o que estimula a senescência e ou a abscisão de folhas e frutos (LUGTENBERG *et al.,* 2002)

Outro mecanismo de ação direta é a solubilização do fósforo inorgânico. Isso se deve aos ácidos orgânicos sintetizados pelas bactérias promovendo a solubilização do fósforo inorgânico. O ácido glucônico é o mais frequentemente observado na solubilização do fosfato inorgânico (KIM *et al.,* 1998)

A mineralização do fósforo orgânico ocorre pela produção de enzimas fosfatases através das bactérias diazotróficas. Isso ocorre principalmente em solos com altos teores de matéria orgânico, o qual tende a apresentar altos teores de fósforo orgânico (RODRIGUEZ; FRAGA, 1999).

No Brasil, existem inoculantes comerciais registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para gramíneas, já validados em inúmeros experimentos de eficiência agronômica com as culturas do milho e trigo (HUNGRIA, 2011) e, em fase de avaliação, com a cultura do arroz irrigado por aspersão e inundação (BEUTLER *et al.,* 2016; RODRIGUES *et al.,* 2015). Esses inoculantes contêm uma combinação de duas estirpes de *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6), em formulações turfosas e líquidas.

Diversos trabalhos evidenciam o efeito benéfico dos rizóbios sobre o desenvolvimento das gramíneas (CHI *et al.*, 2005; OSORIO FILHO, 2009; HAHN, 2013), no entanto, ainda são restritos estudos que mostrem a interação com as plantas de arroz irrigado. Os resultados obtidos até o presente momento demonstram que a habilidade na promoção de crescimento das bactérias diazotróficas pode ser específica para cada cultivar. A interação positiva de bactérias diazotróficas associativas com linhagens e cultivares de arroz irrigado por inundação já foi constatada em trabalhos realizados por Fagundes *et al.* (2011); Kuss (2006); Mattos *et al.* (2015); Bortolini (2015); Mattos *et al.* (2017).

Outra alternativa para reduzir a utilização das fontes nitrogenadas minerais é a utilização de adubos orgânicos, onde se tem destacado a utilização de compostos a base de cama de aviário devido a maior disponibilidade no mercado e também por apresentar maiores teores de N, P_2O_5 e K_2O em relação ao esterco de outras espécies animais (CQFS RS/SC 2016). Entretanto, estudos envolvendo avaliações de inoculantes com *Azospirillum brasilense* em combinação com doses diferenciadas de adubos orgânicos nitrogenados, em condições de campo, na cultura de arroz irrigado, são escassos até o momento.

Em função do exposto, será realizado um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense* e do composto orgânico na produção de massa seca, teor de nitrogênio, índice relativo de clorofila e nos componentes de produtividade na cultivar de arroz irrigado IRGA 424 RI.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade localizada no município de São Gabriel, RS. O solo foi classificado como Planossolo Háplico (EMBRAPA, 2018). As unidades experimentais foram parcelas com dimensões de 1,5m de largura x 2m de comprimento, totalizando uma área de $3m^2$.

Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área na profundidade de 0,0 a 0,2m, e realizada a análise química (Tabela 1), para fins de correção do solo. Foi incorporado uma dose de calcário dolomítico equivalente a 8,5 T ha^{-1} a PRNT 90 %.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do solo utilizado.

MO	Argila	SMP	pH $H_2 0$	CTC_{pH7}	Ca	Mg	P	K	Saturação	
...g kg^{-1}...				.... $cmol_c dm^3$....			-mg dm^{3-}		Al %	V %
1,24	200	4,9	5,7	9,5	2,1	0,9	5,1	62	23,3	34

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. O experimento foi um fatorial 2 x 2, os quais consistiram dos seguintes fatores e níveis, respectivamente: a) Fator Inoculante: sem inoculação, com inoculação de *Azospirillum brasilense*; b) Fator Adubo Orgânico (equivalente em T ha^{-1}): 0 e 5.

Foi utilizado o sistema convencional em semeadura de solo seco, com o preparo do solo com a incorporação do composto orgânico Folhito® (Tabela 2) na camada de 0-0,2m sendo realizado anteriormente a inoculação e a semeadura.

Tabela 2 – Análise do composto orgânico Folhito®

pH	Teor de umidade	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
	%		------------------------ g kg^{-1} ------------------------					
9,0	42	17:1	344	19,69	12,44	29,70	49,63	7,27

A inoculação das sementes (IS) com produto comercial (PC) líquido (*Azospirillum brasilense*, estirpes AB-V5 e Ab-V6 – 100mL 50 kg^{-1} sementes) + aditivo (50mL 50 kg^{-1} sementes) na concentração de 1,0 10^9 ufc mL^{-1} foi realizada nas sementes, anteriormente a semeadura das cultivares de arroz irrigado IRGA 424 RI.

A semeadura foi realizada no dia 2 de novembro de 2019, sendo que cada unidade experimental receberá nove linhas espaçadas de 0,17m (Figura 1), equivalente a densidade de semeadura de 100 kg ha^{-1}.

No estádio V3, segundo COUNCE (2000) foi iniciada a irrigação das parcelas, buscando-se uma lâmina de 5 a 7 cm de altura.

As características avaliadas durante o experimento foram as seguintes: concentração de N, índice relativo de clorofila, massa seca da parte radicular, número de panículas por m^2, número de grãos por panícula, peso de 1000 grãos, produtividade de grãos.

Para a determinação do teor foliar de nitrogênio, utilizou-se amostra composta pela folha bandeira coletada de 20 plantas por unidade experimental no estádio de florescimento pleno (R4). O material vegetal colhido foi seco até atingir a massa constante. Após a moagem, foi submetida a análise química para determinação dos teores de nitrogênio.

O índice relativo de clorofila (ICR) foi medido com clorofilometro SPAD 502, utilizando-se a folha bandeira de 20 plantas por unidade experimental no estádio R4. Em cada folha, os resultados resultaram da média de medidas feitas nas posições basal, intermediária e apical.

A massa seca das raízes (g $planta^{-1}$) foi obtida pela contagem do número de raízes em 20 plantas coletadas no estádio V6 por unidade experimental. Posteriormente a coleta das plantas, ocorreu a separação da raiz da parte aérea das plantas, sendo em seguida as raízes separadas do solo através do molhamento das mesmas. Posteriormente, as amostras foram secas até a manutenção da massa constante e em seguida efetivada a pesagem.

O número de panículas por m^2 foi obtido pela contagem do número de panículas numa área de $0,25m^2$.

O número de grãos por panícula foi obtido pela média da contagem de 20 panículas por unidade experimental. Posteriormente, foi realizado o peso de 1000 grãos.

A produtividade de grãos foi realizada na maturação da colheita (R9) obtida pelo peso dos grãos colhidos numa área de 0,25 m^2, posteriormente foi obtida a umidade dos grãos. Os dados foram transformados em kg ha^{-1}, utilizando a seguinte equação:

Produtividade (Kg ha-1) = Peso Bruto – [Peso bruto x (% Umidade da amostra – 13)/87

Os resultados foram submetidos à análise de variância e posterior comparação de média pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade, utilizando o programa computacional ASSISTAT ® (SILVA, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância referente ao teor de N e o IRC foi observada interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 3). Observou-se que tanto na ausência como na presença do composto orgânico, a utilização do *Azospirillum brasilense* resultou em maior teor de N e IRC em relação do *Azospirillum brasilense*. Isso demonstra que a fixação biológica de N e a produção de massa radicular estimuladas pelas bactérias possuem efeito na concentração de N nos tecidos das plantas e no IRC. FAGUNDES *et al.* (2013) observou que a inoculação de genótipos de arroz com as bactérias diazotróficas promoveram aumento no ICR mostrando uma tendência de aumentar a clorofila com a fixação biológica. COCCO *et al.* (2019) observaram que as bactérias diazotróficas inoculadas com e sem adição aditivos com arroz irrigado obtiveram valores de ICR de 28,5 a 31,1. SHADCHINA; DMITRIEVA (1995) demonstraram que o ICR se correlacionou com as concentrações de N, sendo, portanto, indicativos do nível do nutriente na planta. Diversos resultados de pesquisa (GUIMARAES *et al.,* 2007; MALIK *et al.,* 2002; BORTOLINI, 2015) demonstraram que a quantidade de N fixado pelas bactérias diazotróficas variaram de 30 a 45 Kg ha^{-1}. A relação entre o nitrogênio e o índice relativo de clorofila é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do N total da folha ser integrante de enzimas (CHAPMAN & BARRETO, 1997) que estão associadas aos cloroplastos (STOCKING & ONGUN, 1962). Sendo assim, a utilização do índice relativo de clorofia permite uma avaliação rápida e prática do teor de clorofila e consequentemente de nitrogênio (JESUS; MARENCO, 2008).

Por outro lado, observou que tanto na ausência como na presença do *Azospirillum brasilense*, a utilização do composto orgânico resultou em maior teor de N e IRC em relação a ausência de adubação orgânica. Isso se deve as formas orgânicas de nitrogênio presentes no adubo orgânico, as quais serão mineralizadas ao longo do cultivo e serão absorvidas pelas plantas e contribuirão diretamente no teor de N no tecido foliar e no IRC.

O tratamento sem a presença de *Azospirillum brasilense* e sem a presença do composto orgânico foi o único tratamento que apresentou teor de N inferior que a faixa de classificação adequada recomendada (23 a 28 g kg^{-1}) pela CQFS RS/SC (2016), isso se refletiu no ICR, o qual foi menor neste tratamento.

Tabela 3 – Teor de Nitrogênio (N) e Índice Relativo de Clorofila (IRC) no estádio de florescimento pleno (R4) em função dos tratamentos utilizados.

Inoculação	Composto Orgânico	
	Sem	Com
	---------------------------- N (g kg^{-1}) ------------------------------	
Sem	18,10 aB	24,10bB
Com	23,30 aA	26,10bA
	-------------------------- IRC ----------------------------	
Sem	26,5aB	29,5bB
Com	29,4aA	31,5bA

Médias seguidas pela letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (Duncan, 5 %).

Na análise de variância referente a massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos foi observada interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 4). Observou-se que tanto na ausência como na presença do composto orgânico, a utilização do *Azospirillum brasilense* resultou em maior peso de massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos em relação a ausência de inoculação. Isso demonstra que a fixação biológica de N realizada pelas bactérias e a produção de massa radicular estimulada provavelmente pelos hormônios estimuladas através das bactérias exerceram efeitos nos componentes dos rendimentos de grãos.

A bactéria *Azospirillum* possui a capacidade de modificar o sistema radicial, incrementando, além do número de radicelas, o diâmetro das raízes laterais e adventícias, provavelmente devido a produção, pelas bactérias, de substâncias promotoras de crescimento, como auxinas, giberelinas e citocininas (CAVALLET *et al.*, 2000). Tais modificações melhoram a absorção de água e nutrientes do solo resultando em melhor crescimento e desenvolvimento de plantas.

Por outro lado, observou que tanto na ausência como na presença do *Azospirillum brasilense*, a utilização do composto orgânico resultou em maior peso de massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos em relação a ausência do composto orgânico. Isso se deve as formas orgânicas de nitrogênio, fósforo e enxofre presentes no adubo orgânico, as

quais serão mineralizadas ao longo do cultivo e serão absorvidas pelas plantas e contribuirão diretamente nos componentes do rendimento.

O tratamento que resultou em maior teor de N, ICR, massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos, rendimento de grãos foi a combinação do *Azospirillum brasilense* com o composto orgânico. Isso se deve a interação positiva da combinação, a qual demonstrou que a disponibilidade de N ofertada por ambos atenderam à grande demanda por N exigida para a formação e desenvolvimento de estruturas vegetativas (raízes, colmo e folhas) e reprodutivas como a panícula e os grãos que são consideradas drenos fortes (FAGERIA, 1999).

Tabela 4 – Massa seca das Raízes, Número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos em função dos tratamentos utilizados.

Inoculação	Composto Orgânico	
	Sem	Com
	------------------- Massa seca das raízes (g planta^{-1}) -----------	
Sem	0,1420aB	0,1910bB
Com	0,1850aA	0,2350bA
	---------------------------- Panículas m^{2} ------------------------------	
Sem	435aB	530bB
Com	520aA	560bA
	-------------------------- grãos panícula $^{-1}$ ------------------------	
Sem	58aB	75bB
Com	75aA	85bA
	-------------------------- peso de 1000 grãos -----------------------	
Sem	21,55aB	23,50bB
Com	22,80aB	25,50bA
	------------------------ Rendimento de Grãos kg ha^{-1}-------------------	
Sem	5437aB	9715bB
Com	8892aA	12138bA

Médias seguidas pela letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (Duncan, 5 %).

A análise econômica apresentada na Tabela 5, demonstra que o tratamento com a presença de *Azospirillum brasilense* e da aplicação do composto orgânico resultou em maior lucratividade quando comparado aos demais tratamentos. Isso demonstra que a combinação do *Azospirillum brasilense* com o composto orgânico

possibilita uma maior lucratividade ao produtor, além dos benefícios já mencionados como a maior disponibilidade de N e de outros nutrientes e o seu reflexo direto no desempenho das características vegetativas e reprodutivas observadas. Outros efeitos indiretos podem ocorrer em função desta combinação, como a melhoria das características físicas, biológicas e químicas do solo decorrente da própria aplicação do composto orgânico (agregação do solo, porosidade do solo, retenção de água; aumento da atividade microbiana devido à maior oferta de carbono e aumenta da CTC do solo).

Tabela 5 – Análise econômica da aplicação de diferentes tratamentos.

Tratamentos	Produtividade	Receita Bruta[1]	Custo[2]	Lucro
----- kg ha^{-1} ---	-- Kg ha^{-1}--	-- R$ ha^{-1}--	- R$ ha^{-1}-	- R$ ha^{-1}-
Sem Inoc. / Sem Adubo	5437	7611,80	0	7611,80
Com Inoc. / Sem Adubo	8892	12448,80	15,00	12433,80
Com Adubo/ Sem Inoc.	9715	13601,00	1950,00	11651,00
Com Adubo/ Com Inoc.	12138	16993,20	1965,00	15028,20

[1]Média de preço do arroz irrigado praticado em Alegrete, RS em julho de 2021 (R$ 70,00 saca de 50 kg).
[2] Média do Custo do Adubo Orgânico comercializado no RS, em julho de 2021 (R$ 390,00 por tonelada a granel, incluso o custo do frete); Média do Custo do Inoculante Aztotal comercializado no RS, em julho de 2021 (R$ 7,50 saca de 50 kg).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com o composto orgânico resultou em maior teor de N e IRC em relação aos demais tratamentos.

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com o composto orgânico resultou em massa seca das raízes, número de panículas, grãos por panícula, peso de 1000 grãos, rendimento de grãos e relação aos demais tratamentos.

REFERENCIAS

BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; DEAK, E. A.; SCHMIDT, M. R.; GALON, L. Effect of nitrogen-fixing bacteria on grain yield and development of flooded irrigated rice. Revista Caatinga, Mossoró, v. 29, n. 1, p. 11 – 17, 2016.

BORTOLINI, J.G. Respostas de cultivares de arroz irrigado a inoculação de bactérias diazotróficas. 2015. 46 p. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, RS, 2015.

CAVALETT, L.E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com Azospirillum sp. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.1, p. 129-132, 2000.

CHAPMAN, S. C. & BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. Agronomy Journal, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

CHI, F.; SHEN, S.H.; CHENG, H.P.; JING, Y.X.; YANNI, Y.G.; DAZZO, F.B. Ascending migration of endophytic rhizobia, from roots to leaves, inside rice plants and assessment of benefits to rice growth physiology. Applied and environmental microbiology. v.71, n.11, p.7271-7278, 2005.

COCCO *et al.* Bactérias diazotróficas e molibdênio promovem o crescimento de plantas de arroz irrigado. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Balneário Camboriú, 2019.

COUNCE, P.A. *et al.* A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. Crop Science, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376 p.

DOBEREINER, J.; MARRIEL, I. E.; NERY, M. Ecological distribution of Spirillum lipoferum Beijerinck. Canadian Journal of Microbiology, v.22, n. 10, p. 1464-1473, 1976.

FAGERIA, N. K. Nutrição mineral. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT’ANA, E. P. A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.172-199.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V,C. Enhancing nitrogen use efficiencyin crop plants. Advances in Agronomy, v.88, p.97-185, 2005.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciados pela fertilização nitrogenada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 7, p. 1029-1034, 2007.

FAGUNDES, P. R. R.; MATTOS, M. L. T.; MAGALHÃES Jr., A. M. de Genótipos de arroz irrigado responsáveis à fixação biológica de nitrogênio. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 7 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 136).

FAGUNDES, P.R.R. *et al.* CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz: anais. Santa Maria: UFSM; Porto Alegre: Sosbai, 2013.

FANCELLI, A. L. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. International Plant Nutrition Institute Brazil, v.2, n.4, p.1-16, 2010.

GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; JACOB-NETO, J. Adição de molibdênio ao inoculante turfoso com bactérias diazotróficas usado em duas cultivares de arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.3, p.393-398, 2007.

HAHN, L. Promoção de crescimento de plantas gramíneas e leguminosas inoculadas com rizóbio e bactérias associativas. 2013. 171 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

HUNGRIA, M. Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento baixo custo / Mariangela Hungria. - Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. - (Embrapa Soja, Documentos, 325).

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE – IRRI. World Rice Statistics disponível em http:// http://ricestat.irri.org:8080/wrsv3/entrypoint.htm. Acesso em: 31 de dezembro de 2021.

INSTITUTO RIO GRANDENDE DO ARROZ – IRGA. Boletim de resultados da lavoura de arroz safra 2020/2021. Disponível em: http://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf. Acesso em: 30 de dezembro de 2021.

JESUS, S.V. & MARENCO, R.A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. Acta Amazonica, Manaus, v.38, n.4, p.815-818, 2008.

KIM, K. Y.; JORDAN, D.; MCDONALD, G. A. Effect of phosphate solubilizing bacteria and vesicular–arbuscularmycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. Biology and Fertility of Soils, v.26, n.1, p.79-87, 1998.

KUSS, A.V. Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado. 2006. 109 p. Tese Doutorado – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, RS, 2006.

LINDEMANN, W. C.; GLOVER, C. R. Nitrogen fixation by legumes. 2003. Disponível em: http://www.csun.edu/~hcbio027/biotechnology/lec10/lindemann. html. Acesso em: 14 jan. 2018.

LUGTENBERG, B.; CHIN, A.W.T.; BLOEMBERG, G (2002) Microbe-plant interactions: principles and mechanisms. Antonie van Leeuwenhoek, v.81, p. 373–383, 2002.

MALIK, K.A. *et al.* The role of plant associated beneficial bactéria in rice-wheat cropping system. In: KENEDDY, I.R.; CHOUDRY, A.T.M.A. (eds). Biofertilizers in Action. Rural industries Research and Development Corporation, Canberra, 2002, p. 73-83.

MATTOS, M. L. T.; FAGUNDES, P. R. R.; SCIVITTARO, W. B.; FACIO, M. L. P. Fixação biológica de nitrogênio na cultura do arroz irrigado por inundação: parte II: Interação entre as cultivares BRS Fronteira, BRS Querência e BRS Pampa com bactérias endofíticas diazotróficas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 384).

MATTOS, M. L. T.; PETRINI, J. A.; VALGAS, R. A.; GALARZ, L. A. Efeito de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* na produtividade de cultivares de arroz irrigado por inundação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 10., 2017, Gramado. Intensificação sustentável: anais. Gramado: Sosbai, 2017.

OSORIO FILHO, B. D. Rizóbios eficientes em Lotus em condições de estresse hídrico e promotores de crescimento em arroz irrigado. 2009. 113 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology advances, v.17, p.319-339, 1999.

RODRIGUES, M.; ARF, O.; GARCIA, N. F. S.; RODRIGUES, R. A. F.; PERES, A. R. Inoculação de sementes com azospirillum brasilense e adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão: safra 2013/14. In: CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO, 9, 2015, Pelotas. Anais... Pelotas: SOSBAI, 2015. 1 CDROM.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SANTOS, H. G. *et al.* Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522.

STOKING, C.R. & ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. American Journal of Botany, Columbus, v.49, n.3, p.284-289, 1962.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v.11, p. 3733-3740, 2016.

CAPÍTULO 22

EFEITOS DA AÇÃO PREDATÓRIA DE *MESOCYCLOPS BRASILIANUS* KIEFER, 1933 E *THERMOCYCLOPS TENUIS* MARSH, 1910 SOBRE A ESTRUTURA POPULACIONAL DE *AEDESALBOPICTUS* SKUSE, 1894

Helton Charllys Batista Cardôso
Mestre em Ciências Biológicas com área de Concentração em Zoologia pela Universidade Federalda Paraíba (UFPB)
Instituição: ECIT Dr. José Duarte Filho
Endereço: Rua Manuel Mariano, 300 - Centro, Uiraúna/PB, Brasil.
E-mail: helcharllys@gmail.com

Luiz Carlos Serramo Lopes
Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal da Paraíba
Endereço: Departamento de Sistemática e Ecológica. Jardim Universitário, S/N - Campus I -Castelo Branco/PB
E-mail: lcslopez@yahoo.com.br

RESUMO: A estrutura populacional pode ser direta e indiretamente alterada em função da dinâmica de interações entre predador-presa, sendo este um dos aspectos ecológicos de maior relevancia no desenvolvimentode medidas de controle biológico. No presente trabalho diferentes taxas de predação, oviposição e tamanho dos indivíduos foram observadas quando populações de *Aedes albopictus* foram expostas ao efeito da predação de *Mesocyclops brasilianus* e *Thermocyclops tenuis*. A comparação entre as taxas de predação das duas espécies de copépodos sobre as populações de *Aedes albopictus* demonstraram que *M.brasilianus* apresentou resultados bem mais significativos em relação ao *T. tenuis.* Essa maior eficiência de predação da espécie M. brasilianus pode ser apontada como uma possível alternativa no controle biológicos de Mosquitos transmissores de arboviroses. pode estar relacionada ao seu maior tamanho quando comparado ao *T. tenuis*.

PALAVRAS-CHAVE: *Mesocyclops, Thermocyclops,* Predação.

ABSTRACT: The population structure can be directly and indirectly altered by the dynamics of interactions between predator-prey, which is one of the most relevant ecological aspects in the development of biological control measures. In the present work different rates of predation, oviposition and body size of prey were observed when populations of *Aedes albopictus* were exposed to the predation effectof *Mesocyclops brasilianus* and *Thermocyclops tenuis*. The comparison between the predation rates of the two copepod species on the populations of *Aedes albopictus* demonstrated that *M.brasilianus* predation was much more significant in relation to *T. tenuis*. This greater efficiency of predation of the species M. brasilianus can be pointed like as a possible alternative in the biological control of Mosquitos transmissors of arboviroses. may be related to its larger size when compared to T. tenuis.

KEYWORDS: *Mesocyclop, Thermocyclops,* Predation.

1. INTRODUÇÃO

Nas ultimas décadas várias arboviroses, como a Dengue, Zika e Chikungunya se tornaram grandes problemas de saúde pública ao redor do mundo (GUSMÃO; PATRIOTA; CARVALHO, 2019; VASCONCELOS; CALISHER, 2016), sendo responsáveis por cerca de 390 milhões de pessoas infectadas anualmente (BHATT *et al.*, 2013) e 25.000 mortes, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (WU *et al.*, 2010). No Brasil, verificou-se um aumento de 232,7 % no númerode casos e de 639,0 % no número de mortes entre os anos de 2000 e 2015 no país (ARAÚJO *et al.*, 2017). Todas estas arboviroses apresentam como vetor de transmissão mosquitos do gênero *Aedes,* sendo estes o principal alvo para as medidas de controle epidemiológico.

Apesar dos esforços para controlar as populações de mosquitos através de medidas de controle sanitário e de vigilância epidemiológica (DONATELI et al., 2019); características de ambientes urbanos como: ocupação desordenada de áreas urbanas, dificuldade de acesso à moradia, superpopulação, além de precariedade das condições sanitárias que favorecem e amplificam e transmissão viral (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014). Outro fatora ainda mais preocupante refere-se à resistência adquirida pelos mosquitos à inseticidas o que dificulta ainda mais as medidas de controle de tais vetores (DUSFOUR *et al.*, 2019; YOUGANG *et al.*, 2020).

Desse modo, o controle biológico se apresenta com uma alternativa viável (HUANG; HIGGS; VANLANDINGHAM, 2017; THOMAS, 2018) e de baixo custo no controle biológico destas espécies. Diversos trabalhos têm sido realizados utilizando diferentes espécies biológicas no controle biológicos de mosquitos em locais em que estas arboviroses são mais frequêntes, como bactérias, a exemplo do *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) (INGABIRE et al., 2017); amfibios (DURANT; HOPKINS, 2008); peixes (BICKERTON *et al.*, 2018; DEACON, 2019) e microcustáceos (CARDÔSO et al., 2013).

O efeito direto da predação de copépodos ciclopoides sobre larvas de mosquitos tem sido demonstrado desde 1987 (RIVIÈRE *et al.*, 1987) em que os mesmos apresentam algumas vantagens quando comparados com outros controladores biológicos. Desde então, diferentes espécies de copépodos tem sido avaliados como potênciais controladores biológicos de larvas de mosquitos (MARTEN *et al.*, 1994, 1989; MARTEN; BORDES; NGUYEN, 1994; MARTEN; REID, 2007).

Dentre os trabalhos mencionados acima, trabalhos envolvendo o uso de microcustáceos dos Gêneros como *Macrocyclops, Mesocyclops* e *Thermocyclops* têm recebido maior atenção por estesapresentarem naturalmente relações negativas com as populações de larvas de mosquitos (SANTOS; ANDRADE; CARVALHO, 1996). Espécies como: *Macrocyclops albidus* Jurine, 1820, (SANTOS; ANDRADE, 1997) *Mesocyclops longisetus* Thiébaud, 1912, (FARIA; HAYASHI; SOARES, 2001) *Mesocyclops aspericornis* Daday, 1906, (RIVIÈRE *et al.*, 1987) *Mesocyclops annulatus* Wierzejski,1892 (MICIELI; MARTI; GARCÍA, 2002) têm sido estudadas e apontadas como algumas dasespécies mais eficientes no controle de larvas, sendo que as espécies a apresentarem as maiores razões de predação geralmente pertencem ao gênero *Mesocyclops (KUMAR; RAMAKRISHNA RAO, 2003)*.Um dos principais fatores que contribuiem no combate à mosquitos transmissores de arboviroses está relacionado a ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado nos maisvariados tipos de ambientes aquáticos como: lagos, rios, poças temporárias e até mesmo em tanquesde bromélias (SILVA, Wm., 2008; SUÁREZ-MORALES; MENDOZA; MERCADO-SALAS, 2010), além de poder resistir por longos períodos em recipientes artificiais e de uso diário (AASKOV *et al.*, 2005).

Dentre as caractéristicas já citadas, o tamanho do corpo tem sido uma característica favorável à sua utilização como controladores de mosquitos que se reproduzem em recipientes artificiais, pois seu reduzido tamanho corporal os possibilita colonizar e atuar ativamente em pequenos recipientes, onde o uso de peixes ou outros agentes maiores seriam inviáveis (MARTEN; REID, 2007).

Em meio a este contexto o tamanho do corpo do copépodo tem se mostrado uma importante característica a ser considerada no uso de copépodos como controladores biológicos (MARTEN; REID, 2007). De acordo com Marten e Reid (2007), somente espécies de copépodos com tamanho do corpo maior que 1,4 mm mostram-se eficientes para o controle biológico de larvas. O tamanho docopépodo parece ser um importante fator para o sucesso destes como controladores biológicos de larvas, já que estes predam principalmente larvas em seus primeiros ínstares (VU *et al.*, 1998).

A densidade de copépodos é outro fator relacionado às elevadas taxas de mortalidade das larvas. Trabalhos realizados por (MICIELI; MARTI; GARCÍA, 2002) com *Mesocyclops annulatus* demontraram que, a média de larvas predadas (29 larvas/24 horas) é independente da densidade de larvas. No entanto, quando as

densidades de copépodos são elevadas as taxas de mortalidade das larvas aumentaram atingido 100% de mortalidade (Micieli *et al.* 2002). Estudos desenvolvidos com *Mesocyclops longisetus*, demonstraram ainda que com aumento das densidades deste copépodo a mortalidade de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) aumentam significativamente (FARIA; HAYASHI; SOARES, 2001).

Os gêneros *Mesocyclops* e *Thermocyclops* apresentam alta diversidade nas regiões tropicais(HOŁYŃSKA, 2006; SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, 2005; SILVA, Wm., 2008).

Diferenças observadas entre as taxas de predação para espécies desses gêneros demonstraram que espécies do gênero *Mesocyclops* são predadores mais eficientes que espécies de *Thermocyclops*, quedeve-se, provavelmente, aos diferentes tamanhos de corpo observadas para estes gêneros. No presentetrabalho, buscou-se avaliar a eficiência de duas espécies de copépodos pertencentes a estes gêneros:

M. brasilianus Kiefer e *Thermocyclops tenuis*, no intuito de demonstrar diferentes efeitos da predação destes sobre o tamanho corporal, razão sexual e taxas de oviposição de mosquitos *Aedes. albopictus.* Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da predação de *M. brasilianus* e *T. tennuis* sobre o tamanho corporal, razão sexual e taxas de oviposição de mosquitos *Ae. Albopictus.* Cada um dos parâmetros analisados mostra-se importantes por definem sob vários aspectos o sucesso adaptativo de Mosquitos do gênero *Aedes*, sendo tais aspectos também relevantes paras as taxas de transmissibilidade das arboviróses e para o potenciais de disseminação dos mosquitos. Espera-se que os resultados contribuam com o entendimento da dinâmica de interações entre presa-predador e comos efeitos diretos e indiretos da predação sobre as populações de mosquitos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos experimentos foram utilizadas duas espécies de copépodos *(Mesocyclops brasiliannus* e *Thermocyclops tennuis)* provenientes de colônias formadas a partir de uma única fêmea. Os espécimes foram obtidos a partir de coletas realizadas no mês de agosto de 2011, na área de Três Lagoas (7° 9'56.54"S e 34°53’44.51” O), zona oeste da cidade de João Pessoa. Os copépodos foram coletados com uso de rede convencional de zooplâncton de malha de 100 µm.

Os experimentos em campo foram realizados, durante os meses de março a abril de 2012, no Laboratório Tropical de Primatologia, da Universidade Federal da Paraíba. Para a realização do experimento, 30 recipientes com capacidade para 1 litro contendo água destilada foram respectivamente divididos em três tratamentos (recipientes controle, recipientes com *M. brasilianus* e recipientes com *T. tennuis)*, onde 20 indivíduos de cada espécie de copépodo foram inicialmente adicionados aos respectivos tratamentos. Os recipientes foram colocados em campo para que fossem colonizados por populações naturais de *Ae albopictus.* Em cada recipiente foi adicionado meio *pellet*de ração para peixe (0.03g). Uma lona foi utilizada para proteger os potes da água da chuva enquantooutra foi colocada sob os potes para evitar o contato direto com a terra. Os recipientes permaneceramem campo durante toda a realização do experimento para que servissem de sítios de reprodução de *Ae. albopictus.*

Uma vez a cada semana os recipientes eram conduzidos ao Laboratório de Ecologia de Comunidade (LECO) para a amostragem do número de larvas. Duas subamostras de 200 ml foram analisadas de cada recipiente. O volume de cada alíquota foi disposto em placas de Petri e seu conteúdo foi analisado com o auxílio de estereomicroscópio. Depois de efetuada a amostragem as larvas eram devolvidas aos recipientes. Ao final das análises os recipientes eram conduzidos novamente ao Laboratório Tropical de Primatologia.

Os mosquitos em estágio adulto foram obtidos através das coletas das pupas realizadas diariamente. O tamanho do corpo dos mosquitos foi estimado a partir do comprimento de asa de cadamosquito. As medidas foram efetuadas sempre a partir da asa direita de cada mosquito com o auxílio de lente micrométrica acoplada ao estéreomicroscopio. A sexagem dos mosquitos foi realizada a partir da observação da genitália de cada indivíduo.

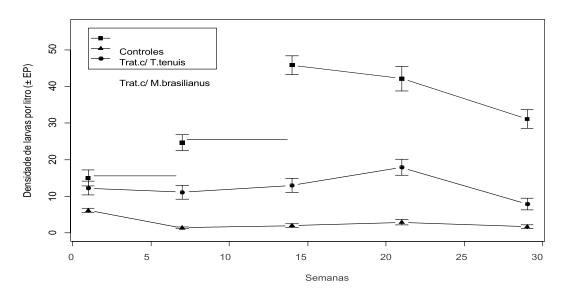
As diferenças nas razões sexuais entre os tratamentos foram determinadas pelo teste do Qui-quadrado. O número de larvas de mosquitos encontrados nos recipientes durante a experimento foi comparada utilizando ANOVA de medidas repetidas. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para testar a correlação entre o número de larvas e o número de copépodos nas amostras. A diferença de comprimento da asa foi testada usando o teste de Anova, após uma transformação logaritmica (log10+1). A normalidade dos dados foi testada usando o teste de Shapiro-Wilk e o nívelde significância utilizado em cada ensaio foi de $\alpha = 0,05$. Todas as

análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote de software R (R_Development_Core_Team 2012).

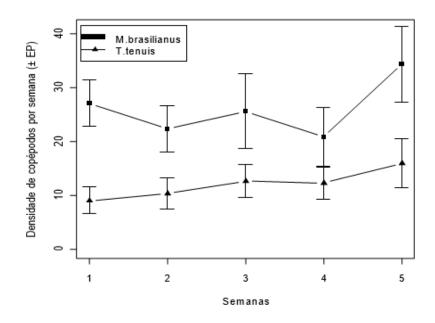
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Densidade das Larvas

Em relação ao controle da densidade larval o copépodo *M. brasilianus* demonstrou ser um controlador biológico mais eficiente quando comparado com *T.tenuis*. As médias dos números de larvas entre os tratamentos mostraram-se significativamente diferentes (F=42.197, df=2, p<0.001). A média das densidade larvais nos tratamentos contendo *M. brasilianus* foi de 2.57 (±0.52 EP) e nos tratamentos contento *T. tennuis* foi 11.23 (±1.91 EP). Tais valores também se mostraram significativos quando comparados à média da densidade larval dos recipientes controle 31.16 (± 2.76EP) ao longo de todo o período de realização do experimento (Gráfico 1). Estes resultados corroboramcom outros trabalhos em que a eficiência apresentada pelo *M. brasilianus* é semelhante à já demonstrada para outras espécies deste gênero, onde as taxas de predação são iguais ou superiores 90 % (MARTEN et al., 1994; MARTEN; REID, 2007; SANTOS; ANDRADE, 1997).

Gráfico 1: Densidade média (± SE) de larvas de mosquito por litro durante o experimento. Tratamentos contenho *M.brasilianos* (triângulo, N=10) mantiveram as menores densidades larvais ao longo das cinco semanas de experimento em comparação ao *T. tenuis* (circulos, N=10); estando as maiores densidade concentradas nos recipientes controles (quadrados, N=10).

De acordo com Marten *et al.* (1994), espécies pertencentes ao gênero *Thermocyclops* são algumas das espécies menos eficientes como controladores de larvas. As diferentes taxas de predaçãoobservadas para estas duas espécies pode estar relacionada a diferença de tamanhos, visto que copépodos com tamanho do corpo menor que 1,4 mm são considerados pouco eficientes como controladores biológicos (MARTEN; REID, 2007). A diferença de tamanho apresenta entre os copépodos utilizados no presente experimento mostrou-se significativa (F=42.197, df=2, p<0,001); *M. brasilianus* apresentou a maior média para o tamanho do corpo (1.8±0,07 SD) em comparação ao *T. tenuis* (0.9±0.03 SD).

Os resultados para ANOVA de medidas repetidas indicou a existência de um efeitosignificativo para a presença de copépodes durante as 5 semanas (F = 42.14, df = 1, p <0,001; N=150) e também para o efeito do tempo (F=44,42, df=1,p < 0,001) no número de larvas. As taxas de redução das larvas em recipientes contendo *M.brasilianus* e T. tennuis foram de 92 % e 64 %, respectivamente. No entanto, apesar de *T. tenuis* apresentar taxas de predação inferiores; correlações significativas puderam ser observadas entre a densidade de *T. tenuis* e e a densidade de larvas. Amédia das densidades de copépodos por litro mostrou que *M. brasilianus* atingiu densidades bemmaiores (11.45 ±2.64 EP) que as observadas para *T. tennuis* (5.66 ±1.60 EP). Ao longo doexperimento *M. brasilianus* apresentou pequenas variaçoes em suas densidade com uma leve tendência de aumento ao longo do tempo, enquanto *T. tennuis* manteve densidade baixas até a quarta semana de experiemento, onde pode-se observar um pequeno aumento em suas densidades, o quecoincidiu com a redução das densidades larvais (Gráfico 2).

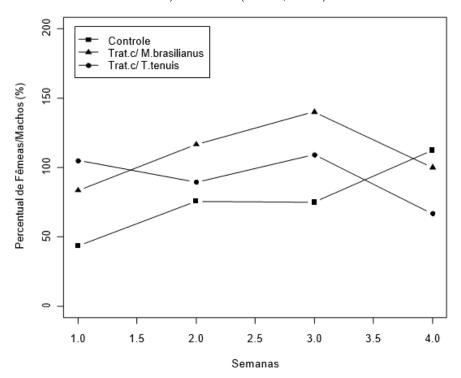
Gráfico 2: Variação da densidade média (± SE) de copépodos por litro durante o experimento. Ao longo do experimento *M. brasilianus* (quadrados, N=10) apresentou densidades bem mais elevadas em comparação ao *T. tenuis* (triângulos, N=10).

O Teste de correlação entre a média do número de larvas e a média de copépodos mostrou- se não siginificativo para *M.brasilianus* (*ρ* de Sperman= 252.33, p= 0.1157), porém significativo para *T. tenuis* (*ρ* de Sperman=272, p= 0.049). (Gráfico 6). Estes resultados podem indicar que altas densidades deste copépodo venham a ser um fator bem mais relevante para copépodos com menor tamanho do corpo. Faria *et al.* (2001), observou que as taxas de predação de *Mesocyclops longisetus,* sobre alevinos de pacú, aumentaram em função do aumento das densidades elevadas deste copépodo. Em seus trabalhos sobre a relação predador-presa. Pernia *et al.* (2007). demonstraram que apesar da diferença no tamanho do corpo; *Mesocyclops meridianus* e *M. longisetus* apresentaram o mesmo potencial de predação sobre larvas *Anopheles aquasalis*. Trabalhos que avaliam a predação de copépodos sobre zooplâncton têm encontrado diferentes razões de predação em função das estratégias de predação e dos mecanismos de defesa das presas, além das diferenças de tamanho (CHANG; HANAZATO, 2003; LAPESA *et al.*, 2002; WILLIAMSON, 1980).

Razão sexual

Embora a razão sexual de mosquitos emergidos do recipientes contendo *M.brasilianus* tenham apresentado uma leve inclinação para as fêmeas, nenhumas das comparações realizadas entre os tratamentos e os recipientes controle apresentaram

diferenças significativas. O resultados para o *teste de* X^2 para comparação entre só mosquitos emergidos dos tratamentos com *M.brasilianus* e os recipeintes controle foi de (X^2= 0.0362, df = 1, p = 0.8491) e para os mosquitos emergidos dos tratamentos com *T. tennuis* foi de (X^2= 1.1279, df = 1, p = 0.2882), ambos não significativos.

O número de mosquitos emergidos dos recipientes controles (machos=141, fêmeas=111) foimaior que o observado para os tratamentos contendo *M.brasilianus* (machos=25, fêmeas=30) e *T. tennuis* (machos=69, fêmeas=70); não apresentando nenhuma variação significativa (Gráfico 3). Ao longo do experimento a taxa de sobrevivências das pupas foi de 90 % .

Gráfico 3: Percentual da variação na proporção de fêmeas por machos de mosquitos emergidos do controle (quadrado, N=10) e daqueles emergidos dos tratamentos contendo *M.brasilianus* (triangulo, N=10) e *T.tenuis* (circulo, N=10).

Apesar do maior número de machos ter emergidos dos recipientes controle não foram observadas variações significativas na razão sexual, mesmo quando as proporções observadas são comparados com as proporções esperadas em condições naturais (1:1) (GILCHRIST; HALDANE, 2010; HICKEY; CRAIG, 1966). No entanto, é preciso destacar que, nos tratamentos contendo as duasespécies de copépodos, o número de fêmeas foi maior que o número de machos, embora esta diferenças não tenham sido significativas.

Uma explicação para o maior número de machos de *Ae. albopictus* encontrados nos recipientes controle, estaria relacionada às densidades larvais elevadas observadas nos recipientes controles. Alterações na razão sexual de *Culex pipiens* com desvio para machos foram encontradas em função de elevadas densidades (>30 larvas), provavelmente relacionadas a competição intraespecífica (ALTO, B. W.; MUTURI; LAMPMAN, 2012). Edgerly e Livdahl (1992) demonstraram em seus trabalhos que o tempo de eclosão de fêmeas de *Ae. triseriatus* ocorreu tardiamente especialmente sobre densidades médias e elevadas. Hard *et al*. (1989) também encontraram proporções da razão sexual de *Ae. geniculatus* que variaram de 0.00 a 0.66; o declínio das proporções de fêmeas foi atribuido à altas densidades e baixa quantidade de alimentos, sendo as larvas de mosquitos fêmeas maiores que os machos tais condições tornam-se limitantes para a sua sobrevivência.

Outro fator que também pode ser citado é o tempo de desenvolvimento diferentes que machos e fêmeas de mosquito apresentam (BEDHOMME *et al.*, 2003); fêmeas de mosquitos investem mais esforços para aumentar o tamanho do corpo permanecendo por um maior período de tempo no ambiente (ALTO, Barry W.; GRISWOLD; LOUNIBOS, 2005). Desse modo, fêmeas de mosquitos estariam exposta a predação do *M. brasilianus* por um maior período de tempo, o que teriaresultado em maiores taxas de predação, visto que mesmo o maior tamanho das fêmeas pode não representar um mecanismo de defesa eficiente contra predadores maiores como *M.brasilianus.*

Tamanho do Corpo

O tamanho do corpo de mosquitos apresentou uma diferença significativas (ANOVA, $F=18{,}97$, $df=2$, $p<0.001$) quando comparamos o tamanho do corpo de mosquitos que emergiram de tratamentos com aqueles emergidos dos controles. A média de comprimento do corpo de mosquitos emergidos dos tratamentos contendo *M.brasilianus* 2.42 (±0.053 EP) mostrou-se a maior dentre os tratamentos, seguido de *T. tennuis* 2.48 (±0.024 EP). A menor média do tamanho do corpo foi observada para mosquitos emergidos dos recipientes controles 2.27 (±0.021 EP).

Machos e fêmeas também apresentaram diferenças siginificativas, podendo-se percebe que fêmeas emergidas dos recipientes contendo *T. tennuis* foram menores (2.66 ±0.03 EP) quando comparadas com fêmeas emergidas dos tratamentos com

M.brasilianus (2.66 ±0.059 EP) e de recipientes controle (2.45 ±0.03 EP). Esta diferença entre o tamanho de fêmeas emergidas dos tratamentos foi significativa (ANOVA, F=12.27,df,2,p<0,001)(Gráfico 6). Diferenças, também significativas, foram observadas para o tamanho do corpo dos machos (ANOVA, F=10.390, df=2, p<0,001), onde foi verificado que machos emergidos de recipientes com *T. tennuis* são maiores (2.31±0.02 EP) do que os machos encontrados nos tratamentos com *M.brasilianus* (2.12 ±0.049 EP) e controles (2.13 ±0.02 EP) (Gráfico 7).

Grafico 6 – Média do tamanho do corpo de mosquitos fêmeas estimada a partir do comprimento alar. Tratamentos marcados pela mesma letra não diferem entre si Tukey (P < 0,05).

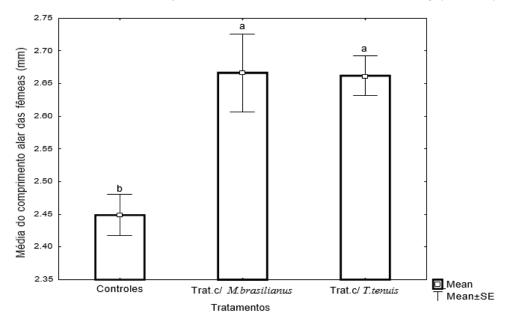
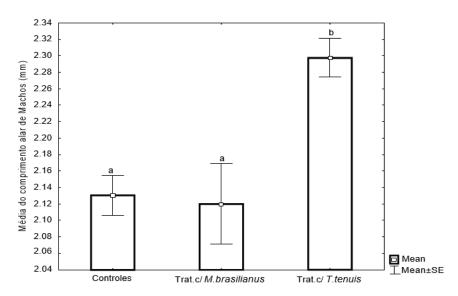



Grafico 7 – Média do tamanho do corpo de mosquitos machos estimada a partir do comprimento alar. Tratamentos marcado pela mesma letra não diferem entre si Tukey (P < 0,05).

As diferenças observadas no tamanho do corpo de mosquitos emergidos de recipientes contendo *T. tenuis* e *M.brasilianus*, também podem ser explicadas pelas menores densidade de larvas e consequentemente pela menor competição intraespecífica nos recipientes. Alguns experimentos têmdemonstrando a redução no tamanho do corpo de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em função da densidades e disponibilidade de recursos (BESERRA; FERNANDES; RIBEIRO, 2009; SERPA; KAKITANI; VOLTOLINI, 2008). Resultados semelhantes foram encontrados por (AGNEW; HAUSSY; MICHALAKIS, 2000), em seus trabalhos com *Culex quinquefaciatus*. Estes e outros trabalhos tem apontado a densidade com um dos pricipais fatores que influenciam não somente o tamanho dos mosquitos mas também outros aspectos da história de vida dos mosquitos como: sobrevivência, reprodução, número de ovos por postura, susceptibilidade de infecção e capacidade vetorial (ALTO, Barry W.; GRISWOLD; LOUNIBOS, 2005; GAMA *et al.*, 2005; TENG; APPERSON, 2000).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como em outros trabalhos, a diferença entre o percentual de redução de larvas para *M. brasilianus* e *T.tenuis*, parece estar positivamente correlacionada ao tamanho das espécies. O presente trabalho corrobora com trabalhos anteriores que demonstram a eficiência de copépodos do gênero *Mesocyclops* como controladores biológicos de larvas de mosquitos. Sendo este, também um dos primeiros trabalhos a demonstrar o potencial de predação de *M. brasilianus*. A significativa correlação encontrada entre as densidades de larvas e de copépodos com tamanho de corpo reduzido também sugere que a densidade seja uma fator importante para espécies de copépodo utilizadas comomedidas de controle vetorial.

O maior tamanho de corpo de mosquitos emergidos de recipientes contendo copépodos, pode representar um fator negativo para o uso de copépodos como controladores biológicos, visto que o maior tamanho de corpo pode trazer implicações relevantes quanto ao potencial de disseminação destes mosquitos. Experimentos futuros devem ser realizados para verificar as consequências destasvariações para a ecologia e capacidade vetorial do *Ae. albopictus*.

REFERÊNCIAS

AASKOV, J. G.; KAY, B. H.; MAI, L. Q.; RYAN, P. A.; LO, L. V.; NAM, V. S.; YEN, N. T.; BRISCOMBE, A.; NGHIA, L. T.; BEKTAS, A.; PHONG, T. V.; NINH, T. U. ELIMINATION OF DENGUE BY COMMUNITY PROGRAMS USING MESOCYCLOPS(COPEPODA) AGAINST AEDES AEGYPTI IN CENTRAL VIETNAM. **The American Journal of Tropical Medicine andHygiene**, v. 72, n. 1, p. 67–73, 1 jan. 2005. DOI: 10.4269/ajtmh.2005.72.67. Disponível em: http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2005.72.67. Acesso em: 27 jul. 2020.

AGNEW, P.; HAUSSY, C.; MICHALAKIS, Y. Effects of Density and Larval Competition on Selected Life History Traits of <I>Culex pipiens quinquefasciatus</I> (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 37, n. 5, p. 732–735, 1 set. 2000. DOI: 10.1603/0022-2585-37.5.732. Disponível em: https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1603/0022-2585-37.5.732. Acesso em: 21 jul. 2020.

ALTO, B. W.; MUTURI, E. J.; LAMPMAN, R. L. Effects of nutrition and density in *Culex pipiens*.**Medical and Veterinary Entomology**, v. 26, n. 4, p. 396–406, dez. 2012. DOI: 10.1111/j.1365- 2915.2012.01010.x. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2915.2012.01010.x. Acessoem: 21 jul. 2020.

ALTO, Barry W.; GRISWOLD, M. W.; LOUNIBOS, L. P. Habitat complexity and sex-dependent predation of mosquito larvae in containers. **Oecologia**, v. 146, n. 2, p. 300–310, dez. 2005. DOI: 10.1007/s00442-005-0198-x. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/s00442-005-0198-x. Acesso em: 21 jul. 2020.

ARAÚJO, V. E. M. de; BEZERRA, J. M. T.; AMÂNCIO, F. F.; PASSOS, V. M. de A.; CARNEIRO, M. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do GlobalBurden of Disease Study 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, n. suppl 1, p. 205–216,maio 2017. DOI: 10.1590/1980-5497201700050017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2017000500205&tlng=pt. Acesso em: 21 jul. 2020.

BEDHOMME, S.; AGNEW, P.; SIDOBRE, C.; MICHALAKIS, Y. Sex-specific reaction norms to intraspecific larval competition in the mosquito Aedes aegypti. **Journal of Evolutionary Biology**, v.16, n. 4, p. 721–730, jul. 2003. DOI: 10.1046/j.1420-9101.2003.00576.x. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.1046/j.1420-9101.2003.00576.x. Acesso em: 21 jul. 2020.

BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; RIBEIRO, P. S. Relação entre densidade larval e ciclo de vida, tamanho e fecundidade de Aedes (Stegomyia) aegypti (L.) (Diptera: Culicidae) emlaboratório. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 6, p. 847–852, dez. 2009. DOI: 10.1590/S1519-566X2009000600020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2009000600020&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 21 jul. 2020.

BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; FARLOW, A. W.;

MOYES, C. L.; DRAKE, J. M.; BROWNSTEIN, J. S.; HOEN, A. G.; SANKOH, O.; MYERS, M. F.; GEORGE, D. B.; JAENISCH, T.; WINT, G. R. W.; SIMMONS, C. P.; SCOTT, T. W.; FARRAR, J. J.; HAY, S. I. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504–507, abr. 2013. DOI: 10.1038/nature12060. Disponível em: http://www.nature.com/articles/nature12060. Acesso em: 21 jul. 2020.

BICKERTON, M. W.; CORLETO, J.; VERNA, T. N.; WILLIGES, E.; MATADHA, D. Comparative Efficacy of *Pimephales promelas* , *Fundulus diaphanus* , and *Gambusia affinis* and Influence of PreyDensity for Biological Control of *Culex pipiens molestus* Larvae. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 34, n. 2, p. 99–106, jun. 2018. DOI: 10.2987/17-6718.1. Disponível em: http://mosquito-jamca.org/doi/10.2987/17-6718.1. Acesso em: 21 jul. 2020.

CARDÔSO, H. C. B.; DA SILVA, B. Q.; DE ASSIS, T. B.; LOPEZ, L. C. S. Effects of predation by the copepod Mesocyclops ogunnus on the sex ratios of mosquito Aedes albopictus. **Hydrobiologia**, v. 705, n.1, p. 55–61, mar. 2013. DOI: 10.1007/s10750-012-1379-3. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/s10750-012-1379-3. Acesso em: 21 jul. 2020.

CHANG, K.-H.; HANAZATO, T. Vulnerability of cladoceran species to predation by the copepod Mesocyclops leuckarti: laboratory observations on the behavioural interactions between predator andprey. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 3, p. 476–484, mar. 2003. DOI: 10.1046/j.1365- 2427.2003.01021.x. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2427.2003.01021.x. Acesso em: 21 jul. 2020.

DEACON, A. Predatory behaviour of female guppies (Poecilia reticulata) in a mosquito control context: the importance of social and habitat factors. **Aquatic Invasions**, v. 14, n. 3, p. 478–489, 2019. DOI: 10.3391/ai.2019.14.3.07. Disponível em: https://www.reabic.net/aquaticinvasions/2019/issue3.aspx. Acesso em: 21 jul. 2020.

DONATELI, C. P.; EINLOFT, A. B. do N.; COUTINHO JUNIOR, A. L.; COTTA, R. M. M.; COSTA, G. D. da. Endemic Disease Control Agents' perception on the fight against Aedes aegypti and the prevention of arbovirus infections in Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 10, p. e0007741, 4 out. 2019. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007741. Disponível em: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pntd.0007741. Acesso em: 20 jul. 2020.

DURANT, S. E.; HOPKINS, W. A. Amphibian predation on larval mosquitoes. **Canadian Journalof Zoology**, v. 86, n. 10, p. 1159–1164, out. 2008. DOI: 10.1139/Z08-097. Disponível em: http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/Z08-097. Acesso em: 21 jul. 2020.

DUSFOUR, I.; VONTAS, J.; DAVID, J.-P.; WEETMAN, D.; FONSECA, D. M.; CORBEL, V.; RAGHAVENDRA, K.; COULIBALY, M. B.; MARTINS, A. J.; KASAI, S.; CHANDRE, F. Management of insecticide resistance in the major Aedes vectors of arboviruses: Advances and challenges. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 10, p. e0007615, 10 out. 2019. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007615. Disponível em: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pntd.0007615. Acesso em: 28 jul. 2020.

EDGERLY, J. S.; LIVDAHL, T. P. Density-Dependent Interactions Within a Complex Life Cycle: The Roles of Cohort Structure and Mode of Recruitment. **The Journal of Animal Ecology**, v. 61, n.1, p. 139, fev. 1992. DOI: 10.2307/5517. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/5517?origin=crossref. Acesso em: 21 jul. 2020.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Predação de larvas de pacu (Piaractus mesopotamicus, Holmberg) por copépodes ciclopóides (Mesocyclops longisetus, Thiébaud) em diferentes densidades e ambientes e com diferentes contrastes visuais. **Acta Scientiarum. BiologicalSciences**, v. 23, p. 497–502, 2001. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v23i0.2686. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2686.

GAMA, R. A.; ALVES, K. de C.; MARTINS, R. F.; EIRAS, Á. E.; RESENDE, M. C. de. Efeito da densidade larval no tamanho de adultos de Aedes aegypti criados em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 1, p. 64–66, fev. 2005. DOI: 10.1590/S0037-86822005000100014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822005000100014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 21 jul. 2020.

GILCHRIST, B. M.; HALDANE, J. B. S. SEX LINKAGE AND SEX DETERMINATION IN A MOSQUITO, CULEX MOLESTUS. **Hereditas**, v. 33, n. 1–2, p. 175–190, 9 jul. 2010. DOI: 10.1111/j.1601-5223.1947.tb02800.x. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1601- 5223.1947.tb02800.x. Acesso em: 21 jul. 2020.

GUSMÃO, C. M. G. de; PATRIOTA, A. C. de L. S.; CARVALHO, I. de L. AEDES AEGYPTI E ARBOVIROSES NO BRASIL. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde - ISSN:2236-1103**, , p. 23, 17 abr. 2019. DOI: 10.18816/r-bits.v8i3.16340. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/reb/article/view/16340. Acesso em: 20 jul. 2020.

HARD, J. J.; BRADSHAW, W. E.; MALARKEY, D. J. Resource- and Density-Dependent Development in Tree-Hole Mosquitoes. **Oikos**, v. 54, n. 2, p. 137, fev. 1989. DOI: 10.2307/3565259.Disponível em: https://www.jstor.org/stable/3565259?origin=crossref. Acesso em: 21 jul. 2020.

HICKEY, W. A.; CRAIG, G. B. Genetic distortion of sex ratio in a mosquito, Aedes aegypti. **Genetics**,v. 53, n. 6, p. 1177–1196, jun. 1966. https://doi.org/PMCID: PMC1211089.

HOŁYŃSKA, M. Phylogeny of Mesocyclops (Copepoda: Cyclopidae) inferred from morphologicalcharacters: PHYLOGENY OF MESOCYCLOPS. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 147, n. 1, p. 1–70, 9 maio 2006. DOI: 10.1111/j.1096-3642.2006.00231.x. Disponível em: https://academic.oup.com/zoolinnean/article-lookup/doi/10.1111/j.1096-3642.2006.00231.x. Acesso em: 21 jul. 2020.

HUANG, Y.-J.; HIGGS, S.; VANLANDINGHAM, D. Biological Control Strategies for Mosquito Vectors of Arboviruses. **Insects**, v. 8, n. 1, p. 21, 10 fev. 2017. DOI: 10.3390/insects8010021. Disponível em: http://www.mdpi.com/2075-4450/8/1/21. Acesso em: 21 jul. 2020.

INGABIRE, C. M.; HAKIZIMANA, E.; RULISA, A.; KATEERA, F.; VAN DEN BORNE, B.; MUVUNYI, C. M.; MUTESA, L.; VAN VUGT, M.; KOENRAADT, C. J. M.; TAKKEN, W.; ALAII, J. Community-based biological control of malaria mosquitoes using Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti) in Rwanda: community awareness, acceptance and participation. **Malaria Journal**,v. 16, n. 1, p. 399, dez. 2017. DOI: 10.1186/s12936-017-2046-y. Disponível em: http://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-017-2046-y. Acesso em: 21 jul.2020.

KUMAR, R.; RAMAKRISHNA RAO, T. Predation on Mosquito Larvae byMesocyclops thermocyclopoides (Copepoda: Cyclopoida) in the Presence of Alternate Prey. **International Review of Hydrobiology**, v. 88, n. 6, p. 570–581, nov. 2003. DOI: 10.1002/iroh.200310631. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.1002/iroh.200310631. Acesso em: 21 jul. 2020.

LAPESA, S.; SNELL, T. W.; FIELDS, D. M.; SERRA, M. Predatory interactions between a cyclopoid copepod and three sibling rotifer species. **Freshwater Biology**, v. 47, n. 9, p. 1685–1695, set. 2002. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2002.00926.x. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365- 2427.2002.00926.x. Acesso em: 21 jul. 2020.

LOPES, N.; NOZAWA, C.; LINHARES, R. E. C. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n. 3, p. 55–64, set. 2014. DOI: 10.5123/S2176-62232014000300007. Disponível em: http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232014000300007&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 21 jul. 2020.

MARTEN, G. G.; ASTAIZA, R.; SUÁREZ, M. F.; MONJE, C.; REID, J. W. Natural Control of Larval Anopheles albimanus (Diptera: Culicidae) by the Predator Mesocyclops (Copepoda: Cyclopoida). **Journal of Medical Entomology**, v. 26, n. 6, p. 624–627, 1 nov. 1989. DOI: 10.1093/jmedent/26.6.624. Disponível em: https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1093/jmedent/26.6.624. Acesso em: 21 jul. 2020.

MARTEN, G. G.; BORDES, E. S.; NGUYEN, M. Use of cyclopoid copepods for mosquito control.*In*: FERRARI, F. D.; BRADLEY, B. P. (orgs.). **Ecology and Morphology of Copepods**. Dordrecht:Springer Netherlands, 1994. p. 491–496. DOI: 10.1007/978-94-017-1347-4_61. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-1347-4_61. Acesso em: 21 jul. 2020.

MARTEN, G. G.; BORJAS, G.; CUSH, M.; FERNANDEZ, E.; REID, J. W. Control of Larval Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) by Cyclopoid Copepods in Peridomestic Breeding Containers. **Journalof Medical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 36–44, 1 jan. 1994. DOI: 10.1093/jmedent/31.1.36. Disponível em: https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1093/jmedent/31.1.36. Acesso em: 21 jul. 2020.

MARTEN, G. G.; REID, J. W. CYCLOPOID COPEPODS. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 23, n. sp2, p. 65–92, jul. 2007. DOI: 10.2987/8756- 971X(2007)23[65:CC]2.0.CO;2. Disponível em:

http://www.bioone.org/doi/abs/10.2987/8756-971X%282007%2923%5B65%3ACC%5D2.0.CO%3B2. Acesso em: 21 jul. 2020.

MICIELI, M. V.; MARTI, G.; GARCÍA, J. J. Laboratory evaluation of Mesocyclops annulatus (Wierzejski, 1892) (Copepoda: Cyclopidea) as a predator of container-breeding mosquitoes in Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 6, p. 835–838, set. 2002. DOI: 10.1590/S0074-02762002000600014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02762002000600014&lng=en&tlng=en. Acesso em: 21 jul. 2020.

PERNÍA, J. A. V. I. E. R.; DE ROA, E. V. E. L. Y. N. Zoppi.; PALACIOS-CÁCERES, M. A. R. I. O. PREY–PREDATOR RELATIONSHIP BETWEEN THE CYCLOPOIDS MESOCYCLOPS LONGISETUS AND MESOCYCLOPS MERIDIANUS WITH ANOPHELES AQUASALIS LARVAE. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 23, n. 2, p. 166–171, jun.2007. DOI:10.2987/8756 971X(2007)23[166:PRBTCM]2.0.CO;2. Disponível em: http://www.bioone.org/doi/abs/10.2987/8756-971X%282007%2923%5B166%3APRBTCM%5D2.0.CO%3B2. Acesso em: 27 jul. 2020.

RIVIÈRE, F.; KAY, B. H.; KLEIN, J.-M.; SÉCHAN, Y. Mesocyclops aspericornis (Copepoda) andBacillus thuringiensis var. Israelensis for the Biological Control of Aedes and Culex Vectors (Diptera: Culicidae) Breeding in Crab Holes, Tree Holes, and Artificial Containers. **Journal of Medical Entomology**, v. 24, n. 4, p. 425–430, 1 jul. 1987. DOI: 10.1093/jmedent/24.4.425. Disponível em: https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1093/jmedent/24.4.425. Acesso em: 27 jul. 2020.

SANTOS, L. U. dos; ANDRADE, C. F. S. de. Survey of cyclopids (Crustacea, Copepoda) in Brazil and preliminary screening of their potential as dengue vector predators. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 3, p. 221–226, jun. 1997. DOI: 10.1590/S0034-89101997000300002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101997000300002&lng=en&tlng=en. Acesso em: 27 jul. 2020.

SANTOS, L. U.; ANDRADE, C. F. S.; CARVALHO, G. A. Biological control of Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) larvae in trap tyres by Mesocyclops longisetus (Copepoda: Cyclopidae) in two field trials. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 2, p. 161–162, abr. 1996. DOI: 10.1590/S0074-02761996000200006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02761996000200006&lng=en&tlng=en. Acesso em: 27 jul. 2020.

SERPA, L. L. N.; KAKITANI, I.; VOLTOLINI, J. C. Competição entre larvas de Aedes aegypti e Aedes albopictus em laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 41, n.5, p. 479–484, out. 2008. DOI: 10.1590/S0037-86822008000500009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822008000500009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 27 jul. 2020.

SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Taxonomy, ecology, and geographical

distribution ofthe species of the genus Thermocyclops Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a new species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 521–531, ago.2005. DOI: 10.1590/S1519-69842005000300018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842005000300018&lng=en&tlng=en. Acesso em: 27 jul. 2020.

SILVA, Wm. Diversity and distribution of the free-living freshwater Cyclopoida (Copepoda: Crustacea) in the Neotropics. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4 suppl, p. 1099–1106, nov. 2008. DOI: 10.1590/S1519-69842008000500016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842008000500016&lng=en&tlng=en. Acesso em: 27 jul. 2020.

SUÁREZ-MORALES, E.; MENDOZA, F.; MERCADO-SALAS, N. A new Allocyclops (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida) from bromeliads and records of freshwater copepods from Mexico. **Zoosystema**, v. 32, n. 3, p. 393–407, set. 2010. DOI: 10.5252/z2010n3a2. Disponível em: http://www.bioone.org/doi/abs/10.5252/z2010n3a2. Acesso em: 27 jul. 2020.

TENG, H.-J.; APPERSON, C. S. Development and Survival of Immature *Aedes albopictus* and *Aedestriseriatus* (Diptera: Culicidae) in the Laboratory: Effects of Density, Food, and Competition on Response to Temperature. **Journal of Medical Entomology**, v. 37, n. 1, p. 40–52, 1 jan. 2000. DOI:10.1603/0022-2585-37.1.40. Disponível em: https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1603/0022-2585-37.1.40. Acesso em: 27 jul. 2020.

THOMAS, M. B. Biological control of human disease vectors: a perspective on challenges and opportunities. **Bio Control**, v. 63, n. 1, p. 61–69, fev. 2018. DOI: 10.1007/s10526-017-9815-y. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/s10526-017-9815-y. Acesso em: 21 jul. 2020.

VASCONCELOS, P. F. C.; CALISHER, C. H. Emergence of Human Arboviral Diseases in the Americas, 2000–2016. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 16, n. 5, p. 295–301, maio 2016. DOI: 10.1089/vbz.2016.1952. Disponível em: https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/vbz.2016.1952. Acesso em: 20 jul. 2020.

VU, S. N.; NGUYEN, T. Y.; KAY, B. H.; REID, J. W.; MARTEN, G. G. Eradication of Aedes aegyptifrom a village in Vietnam, using copepods and community participation. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 59, n. 4, p. 657–660, 1 out. 1998. DOI: 10.4269/ajtmh.1998.59.657. Disponível em: http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.1998.59.657. Acesso em: 27 jul. 2020.

WILLIAMSON, C. E. The predatory behavior of *Mesocyclops edax* : Predator preferences, prey defenses, and starvation-induced changes1: Starvation in Mesocyclops. **Limnology and Oceanography**, v. 25, n. 5, p. 903–909, set. 1980. DOI: 10.4319/lo.1980.25.5.0903. Disponível em: http://doi.wiley.com/10.4319/lo.1980.25.5.0903. Acesso em: 27 jul. 2020.

WU, X.; HONG, H.; YUE, J.; WU, Y.; LI, X.; JIANG, L.; LI, L.; LI, Q.; GAO, G.;

YANG, X. Inhibitory effect of small interfering RNA on dengue virus replication in mosquito cells. **Virology Journal**, v. 7, n. 1, p. 270, 2010. DOI:10.1186/1743-422X-7-270. Disponível em: http://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-422X-7-270. Acesso em: 21 jul. 2020.

YOUGANG, A. P.; KAMGANG, B.; TEDJOU, A. N.; WILSON-BAHUN, T. A.; NJIOKOU, F.; WONDJI, C. S. Nationwide profiling of insecticide resistance in Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) in Cameroon. **PLOS ONE**, v. 15, n. 6, p. e0234572, 18 jun. 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0234572. Disponível em: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0234572. Acesso em: 28 jul. 2020.

SOBRE O ORGANIZADOR

Edilson Antonio Catapan: Doutor e Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005 e 2001), Especialista em Gestão de Concessionárias de Energia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (1997), Especialista em Engenharia Econômica pela Faculdade de Administração e Economia - FAE (1987) e Graduado em Administração pela Universidade Positivo (1984). Foi Executivo de Finanças por 33 anos (1980 a 2013) da Companhia Paranaense de Energia - COPEL/PR. Atuou como Coordenador do Curso de Administração da Faculdade da Indústria da Federação das Indústrias do Paraná - FIEP e Coordenador de Cursos de Pós-Graduação da FIEP. Foi Professor da UTFPR (CEFET/PR) de 1986 a 1998 e da PUCPR entre 1999 a 2008. Membro do Conselho Editorial da Revista Espaço e Energia, avaliador de Artigos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP e do Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG. Também atua como Editor Chefe das seguintes Revistas Acadêmicas: Brazilian Journal of Development, Brazilian Applied Science Review e Brazilian Journal of Health Review.